ÜBER DIE BEEINFLUSSUNG TACHISTOSKOPISCHER AUFFASSUNG DURCH VORANGEHENDE EINDRÜCKE

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

EINER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT LEIPZIG

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VORGELEGT VON

GERHARD BUCHHOLZ

MIT 8 FIGUREN IM TEXT UND AUF EINER TAFEL

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN
1915

Angenommen von der II. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren WUNDT und WIRTH. — Leipzig, den 31. Juli 1914. — Der Procancellar KIRCHNER.

Sonderdruck aus: »Psychologische Studien«, Bd. IX, Heft 6.

Einleitung und Problemstellung.

Ein wichtiges und interessantes psychologisches Problem ist die Beeinflussung der Auffassung eines Reizes durch einen oder mehrere gleichzeitig oder vorher gegebene Reize. Es ist dies das Problem der assoziativen Modifikation[1]) oder der Assimilation im weitesten Sinne, wenn man diesen Begriff so allgemein faßt, wie es von F. Krueger vorgeschlagen worden ist, ihn also »alle Fälle gegenseitiger resultativer Modifikation von Bewußtseinsinhalten unter sich« umfassen läßt[2]). Dies Problem ist des öfteren experimentell untersucht worden, namentlich auf dem Gebiete, das dem Experiment noch am leichtesten zugänglich ist, nämlich dem der Raumwahrnehmung. Doch sind assoziative Modifikationen auch auf intensiven Gebieten bekannt. So beobachtete Stumpf, daß die Höhe eines Tones durch gleichzeitiges Erklingen eines anderen verändert wird, und zwar so, daß die Höhe des ersten Tones der des zweiten angenähert wird, also durch einen höheren erhöht, durch einen tieferen erniedrigt erscheint[3]). Aber auch auf den übrigen Sinnesgebieten sind assoziative Modifikationen bekannt, sodaß man zu dem ganz allgemeinen Resultat gekommen ist, daß stets zwei oder mehrere Reize sich assoziativ beeinflussen, sei es nun, daß diese Beeinflussung zu völliger Verschmelzung führt, sei es, daß sie in einer Angleichungs- oder Kontrastwirkung, wobei also die Reize ihre Selbständigkeit wahren, besteht[4]).

---

[1]) Wundt, Phys. Psych.[6] III, S. 502 ff. Vgl. auch Wirth, Experimentelle Analyse der Bewußtseinsphänomene, S. 154 ff.

[2]) F. Krueger, Die Theorie der Konsonanz, Psych. Stud. I, 1906, S. 353.

[3]) Tonpsychologie, II, S. 397 f.; s. auch Über assimilative Erscheinungen auf dem akustischen Gebiete bei Krueger, a. a. O., S. 356 ff.; ferner die von C. Spearman, Psych. Stud. I, S. 486, Anm. 1, angeführte Literatur, endlich die noch nicht veröffentlichten Versuche von Gromadzki über Assimilation und Kontrast für Tonhöhen bei Sukzessivdarbietung im Leipziger psychologischen Institute.

[4]) O. Klemm, Lokalisation von Sinnesreizen bei disparaten Nebeneindrücken. Psych. Stud. V, S. 155 f.

So spricht H. J. Pearce von einem allgemeinen Grundsatze der »Relativität der Sinneswahrnehmung«, nach dem es überhaupt »keine absolute Perzeption irgend eines Objekts« gibt[1]).

Unter den Arbeiten, die das Problem der Assimilation — und zwar auf dem Gebiete der Raumwahrnehmung — experimentell zu erforschen suchen[2]), sind besonders die von Pearce[3]) wichtig. Er stellte die Frage: »Welchen Einfluß auf die normale räumliche Auffassung eines gegebenen Reizes hat ein zweiter Reiz gleichen Charakters, ein sog. Nebenreiz, wenn beide Reize gleichzeitig oder nacheinander gegeben werden«. Als er nun die Lokalisation von taktilen, akustischen und optischen Reizen der Beeinflussung durch gleichzeitig oder vorher gegebene Nebenreize unterwarf, gelangte er zu dem Ergebnis, daß bei »Lokalisierung eines einfachen Reizes, ob Tast-, Gesichts- oder Gehörsreiz, ein Fehler in der Richtung des Punktes begangen wird, auf welchen die Aufmerksamkeit (eben durch den Nebenreiz! der Verf.) gelenkt war, als der Reiz eintrat«[4]).

Dabei geschahen die Lokalisationen sämtlich mit Hilfe von Lokalisationsbewegungen. In der zweiten Untersuchung (s. Anm. 1), in der er das nämliche Problem, allerdings ausschließlich mit taktilen Reizen, behandelte, wurden die Lokalisationen von allen motorischen Elementen befreit und auf reine Vergleichsurteile gestützt. Doch war das Resultat das gleiche: auch hier bestand der Einfluß des Nebenreizes in einer anziehenden Wirkung[5]). Eine ebenfalls anziehende Wirkung, die vorangehende taktile Reize auf die Lokalisation eines gegenwärtigen ausübten, fand C. Spearman[6]).

Alle diese Arbeiten sind aber mehr qualitativer Natur, indem sie sich im großen und ganzen damit begnügen, die Tendenz der Beeinflussungen durch die Nebenreize festzustellen. In einer dritten Arbeit[7]) versucht Pearce dann allerdings auch die Aufstellung eines allgemein

---

[1]) H. J. Pearce, Über den Einfluß von Nebenreizen auf die Raumwahrnehmung. Archiv f. d. ges. Psych. I, S. 107.

[2]) Eine Übersicht über die experimentellen Vorarbeiten gibt Klemm, a. a. O., S. 86.

[3]) Pearce, Normal motor suggestibility. Psych. Review, IX, 1902, S. 329 ff.

[4]) Zitiert nach seinem eigenen kurzen Berichte. Arch. f. Psych. I, S. 34 ff.

[5]) a. a. O., S. 36 ff.

[6]) Die Normaltäuschungen der Lagenwahrnehmung. Psych. Stud. I, 1906, S. 426 (zentripetale Tendenz).

[7]) The Law of Attraction in Relation to some Visual and Tactual Illusions. Psych. Review, XI, 1904, S. 143 ff.

gültigen, quantitativen Gesetzes, wonach die Wirkung, die ein Reiz auf die Lokalisation eines anderen ausübt, stets in einer durch die dem Newtonschen Gravitationsgesetze analoge Formel $f = \frac{m \cdot m'}{r^2}$ bestimmten Anziehung bestehen soll. Doch reichen die Ergebnisse dieser Arbeit nicht im entferntesten dazu aus, ein solches Gesetz als gültig oder auch nur als wahrscheinlich zu erweisen[1]). Ein solches Gesetz kann aber auch gar nicht gültig sein; denn bekanntlich besteht die Wirkung eines Reizes auf die Auffassung eines andern überaus häufig gerade im Gegenteil einer Anziehung, nämlich in einer Kontrastwirkung, und zwar im allgemeinen dann, wenn die Reizdifferenz eine gewisse Größe überschreitet[2]). Ein allgemeines quantitatives Gesetz, nach welchem die Beeinflußung der Auffassung eines Reizes durch andere erfolgt, müßte also sowohl anziehende, als abstoßende Wirkungen umfassen. Es war nun der Zweck der vorliegenden Arbeit, diese Beeinflussung der Auffassung eines Reizes durch andere quantitativ zu ermitteln. Auch wir wählten, um möglichst exakte Versuchsbedingungen herstellen zu können, das Gebiet der Raumwahrnehmung, und zwar nahmen wir optische, im Gebiete des direkten Sehens tachistoskopisch dargebotene, einfachste Reize. Gegenstand der Untersuchung war die Beeinflussung der tachistoskopischen Auffassung durch vorangehende Eindrücke.

Die Versuche wurden im Leipziger psychologischen Institut im Wintersemester 1912/13 und im Sommersemester 1913 ausgeführt. Die Güte, als Beobachter daran teilzunehmen, hatten die Herren Prof. Wirth (Wi.), stud. phil. Hoh (Ho.), Dr. Herfurth (He.) und Dr. Kahnt (Ka.); außerdem im Sommersemester 1913 noch Fräulein stud. phil. Petrowa (Pe.).

Die Versuchsanordnung.

Wir wählten möglichst einfache optische Reize, nämlich isolierte schwarze Punkte auf einer weißen Fläche, die sich nur durch ihre Lagen voneinander unterschieden, und untersuchten, inwiefern die

[1]) Vgl. den Bericht über diese Arbeit von Benussi, Zeitschr. f. Psych. 41, S. 307, sowie dessen kritische Bemerkungen in Bd. 42 derselben Zeitschrift, S. 42, Anm. 1 und S. 52, Anm. 1.

[2]) Über die beiden Grundformen der assoziativen Modifikation (Assimilation und Dissimilation) an einem speziellen Beispiel (Sektoren) s. Wundt, a. a. O., Bd. II, S. 598.

Lagenauffassung eines bestimmten, als Normalpunkt oder Normalreiz (N.) bezeichneten Punktes durch vorangehende, von ihm durch eine indifferente, unausgefüllte Zeitstrecke getrennte Punkte, die wir als Vorreize bezeichnen wollen, beeinflußt wurde.

Die Objekte bestanden aus quadratischen, weißen Karten von der Kantenlänge 8,5 cm, auf deren jeder sich ein schwarzer Punkt oder genauer ein schwarz ausgefüllter Kreis von 1,25 mm Durchmesser befand. Als Normalpunkt wurde der Punkt gewählt, der in bezug auf ein Koordinatensystem, das die quadratische Karte in vier gleiche Quadrate teilte, die Koordinaten 8 mm nach rechts und 9 mm nach oben besaß. In bezug auf diesen Punkt waren alle übrigen Reize orientiert. Die Karten waren vom Lithographen hergestellt und von diesem mit einer genauen Quadratmillimeterteilung auf der Rückseite versehen worden. Mit Hilfe dieser Teilung wurde die Lage eines Punktes zunächst auf der Rückseite der Karte genau festgestellt; dann wurde diese Stelle mit einer feinen Nadel möglichst senkrecht durchstochen und um die so entstehende Marke auf der Vorderseite mittels eines Nullzirkels ein Kreis von obiger Dimension gezeichnet, der die Marke als Mittelpunkt enthielt. Der Kreis wurde endlich mit schwarzer Tusche ausgefüllt.

Zur Aufnahme und raschen Auswechselung verschiedener Objekte während des Versuches diente der von Mittenzwey benutzte Fallapparat[1]). Nur verwendeten wir einen doppelt so langen Schlitten, der statt zwei Rahmen deren vier übereinander besaß und somit bis vier Objekte gleichzeitig aufnehmen und dem Beobachter während eines Versuches an genau derselben Stelle des Raumes nacheinander darbieten konnte.

Dieser Apparat, der als Objektträger bezeichnet werden möge, befand sich in einem dunklen Raum, der im wesentlichen mit Hilfe von Holzleisten und schwarzem Tuche hergestellt war. Die vordere, dem Beobachter zugekehrte Wand bestand aus einer nach dem Beobachter zu geneigten Glasplatte. Diese war mit einem Bogen schwarzen Papieres beklebt, das in Augenhöhe des Beobachters einen rechteckigen Ausschnitt hatte, durch den hindurch er ins Innere des Raumes blicken konnte. Die Lichtmenge, die aus dem mäßig er-

[1]) K. Mittenzwey, Über abstrahierende Apperzeption, Psych. Stud. II, 1907, S. 411 ff. — Abbildung s. Wirth, Psychophysik, S. 351.

leuchteten Zimmer durch dieses Diaphragma hindurch ins Innere des Raumes dringen konnte, war so gering, daß sie nicht ausreichte, um den Beobachter im Inneren des Raumes irgend etwas wahrnehmen zu lassen.

Die tachistoskopische Darbietung der Objekte wurde in folgender Weise bewerkstelligt: Der Lichtstrahl einer elektrischen Bogenprojektionslampe wurde in einem Schacht durch die linke Seitenwand des Raumes derart auf den Objektträger geleitet, daß immer nur die in Augenhöhe des Beobachters befindliche (also bei Höchststellung des Schlittens nur die unterste) Karte gleichmäßig hell erleuchtet erschien. Und zwar war ein am Ende des Schachtes befindliches Diaphragma so bemessen, daß nicht die ganze Karte erleuchtet wurde, sondern rechts und links ein Streifen von 5 mm Breite, am oberen Rand ein Streifen von 1 mm und am untern Rand ein Streifen von 9 mm Breite unbeleuchtet blieben. Dies war erforderlich, um dem Beobachter die Federn, die die Karte im Rahmen hielten, sowie den Rahmen selbst zu verbergen. Der dem Beobachter wirklich erscheinende Teil des Objekts hatte somit die Form eines Quadrates von 7,5 cm Seitenlänge. An der Stelle, wo sich der Brennpunkt des von der Projektionslampe ausgesandten Lichtbündels befand, hatte der Lichtschacht einen Schlitz. In ihn hinein ragte ein rechteckiges schwarzes Kartonstück, das sich am Ende des Doppelhebels des Wirthschen Federpendel-Tachistoskops befand[1]). Dies Kartonstück schnitt, wenn der Doppelhebel des Tachistoskops von dem Elektomagneten angezogen war, den Lichtkegel völlig ab, sodaß das in Frage kommende Objekt in Dunkel gehüllt war. Wurde der den Elektromagneten durchfließende Strom einen Augenblick unterbrochen, so schnellte der Doppelhebel in einem durch die beiden ihn tragenden Federn genau bestimmten Rhythmus einmal hinunter und wieder herauf; dem Lichtstrahl wurde eine kurze Zeit der Durchgang gestattet und damit die in Höhe des Schachtes befindliche Karte im Objektträger dem Beobachter tachistoskopisch dargeboten.

Die in bestimmten, konstanten Zeitabständen erfolgende regelmäßige Unterbrechung des durch den Magneten des Tachistoskops fließenden Stromes, die wir für unsere Zwecke benötigten, geschah

---

1) Ausführliche Beschreibung in Psych. Stud. Bd. V, S. 268 ff.

durch eine Baltzarsche Kontaktuhr. Die Mehrzahl der Versuche wurde mit einer Zwischenzeit von zwei Sekunden (genau 1,95 Sek.), die von den Beobachtern durchaus als günstig bezeichnet wurde, ausgeführt. Außerdem wurden Versuche mit einer Zwischenzeit von 1,5 Sek. vorgenommen, um den Einfluß der Zwischenzeit zu ermitteln. — Um Augenbewegungen während der einzelnen Expositionen der Objekte unmöglich zu machen, wählten wir eine Expositionszeit von nur 120 σ Dauer.

Der Beobachter saß vor einem Schirm, der sich ebenso weit, nämlich 72 cm, vor dem Diaphragma der den dunklen Raum abschließenden Glasplatte befand, wie der Schlitten des Objektträgers hinter demselben. Er blickte durch eine in Augenhöhe befindliche rechteckige Öffnung des Schirms durch das Diaphragma der Glasplatte ins Innere des Raumes, sah also die Objekte aus einer Entfernung von 1,44 m. Diese verhältnismäßig große Entfernung war erforderlich, damit die Abstufung der Lagen der verschiedenen Reize, die wir aus technischen Gründen nicht gut feiner als um halbe Millimeter ausführen konnten, relativ fein genug wurde. Bei dieser Entfernung der Objekte vom Auge des Beobachters entsprach also $\frac{1}{2}$ mm Differenz der Lagen zweier Punkte einer Gesichtswinkeldifferenz von $\text{arc}\ \frac{0{,}5}{1440} = 1' 16''$. Wir boten so eine Abstufung der Reizlagen, die sich durchaus nicht als unnötig fein erwies, sondern unsern Bedürfnissen gerade genügte. In einem Falle, nämlich bei den Versuchen mit der kürzeren Zwischenzeit von 1,5 Sek. bei Ka., der sich vor allen andern Beobachtern durch eine besonders feine Unterschiedsempfindlichkeit gegenüber Lagenänderungen auszeichnete, erwies sie sich sogar als noch nicht fein genug, indem hier bereits jede Lagenänderung um $\frac{1}{2}$ mm mit völliger Sicherheit richtig beurteilt wurde.

Die dem Objektraume zugekehrte Seite des Schirmes war schwarz gefärbt; auf ihr befand sich eine weiße quadratische Kartonscheibe von derselben Größe wie die Objekte. Sie wurde durch eine gegen den Beobachter abgeblendete Glühlampe erleuchtet und war derart angebracht, daß der Beobachter ihr Spiegelbild in dem spiegelnden Diaphragma der ein wenig geneigten Glasplatte an derselben Stelle sah, an der sich das zu exponierende Objekt im Objektträger befand. Hierdurch war der Beobachter genau über die Stelle, an

der das Objekt erscheinen sollte, orientiert, sodaß seine Augen auch während der Zeit, in der das Objekt nicht sichtbar war, richtig auf dasselbe akkommodiert waren. Wurde dieses nun durch die Projektionslampe beleuchtet, so sah der Beobachter die Fixationsscheibe sich momentan aufhellen und auf ihr den schwarzen Punkt, dessen Lage er auffassen sollte, für einen Augenblick erscheinen. Durch das auf diese Weise bewirkte Erscheinen der Objekte auf einer mäßig erleuchteten grauen Fläche wurden auch die Adaptationsstörungen, die eingetreten wären, wenn die Objekte momentan aus völliger Finsternis aufgetaucht wären, vermieden.

Während der Vorversuche zeigte sich nun bald, daß die Darbietung einer Fixationsfläche allein nicht genügte, sondern daß auf ihr noch eine Fixationsmarke erforderlich war. Denn die Fixationsfläche bot dem Beobachter während der Zwischenzeit zwar einen Anhalt für die Entfernung, in der die Reize erscheinen sollten, aber keinen genügenden für den genaueren Ort auf der in Frage kommenden Fläche. Das Bestreben der Beobachter ging nun dahin, den zuerst erscheinenden Normalpunkt durch nachträgliche Fixation seines Ortes auf der Fixationsfläche gewissermaßen festzuhalten und hieran die Lage des folgenden Vergleichsreizes zu beurteilen. Dies führte mit Notwendigkeit zu nachträglichen Augenbewegungen, nach Erscheinen des Normalreizes, da während der Exposition Augenbewegungen ausgeschlossen waren. Diese Augenbewegungen störten natürlich die ruhige Lageauffassung. Sie wurden nun durch Anbringung einer festen Fixationsmarke auf der Fixationsscheibe und entsprechende Fixationspunkte auf jedem einzelnen Objekte vermieden. Die Fixationsmarke bestand aus einem schwarz ausgefüllten Kreise von 0,5 cm Durchmesser und war so angebracht, daß der Mittelpunkt ihres Spiegelbildes dem Beobachter an demselben Orte wie die auf den Objekten befindlichen Fixationspunkte erschien. Als Ort für letztere hatten wir den Mittelpunkt der Objektkarten gewählt.

Der Beobachter hatte nun während der ganzen Dauer eines Versuches diesen Ort zu fixieren; auf ihn waren die Blicklinien seiner Augen starr gerichtet. Die zu beurteilenden Punkte, also die eigentlichen Reize, fielen aber, da ihre größte Entfernung vom Fixationspunkt 1,8 cm nicht überstieg, noch durchaus in den Bereich des deutlichen Sehens.

Alle Versuche fanden bei künstlichem Licht statt, in einem Zimmer, das gegen das Tageslicht völlig abgeschlossen war und durch zwei Glühlampen derart erleuchtet war, daß Dunkeladaptation vermieden wurde.

Die Gesamtanordnung ist aus dem schematischen Grundriß Fig. 1 ersichtlich: Hier bedeuten oo die beiden Säulen des Objektträgers,

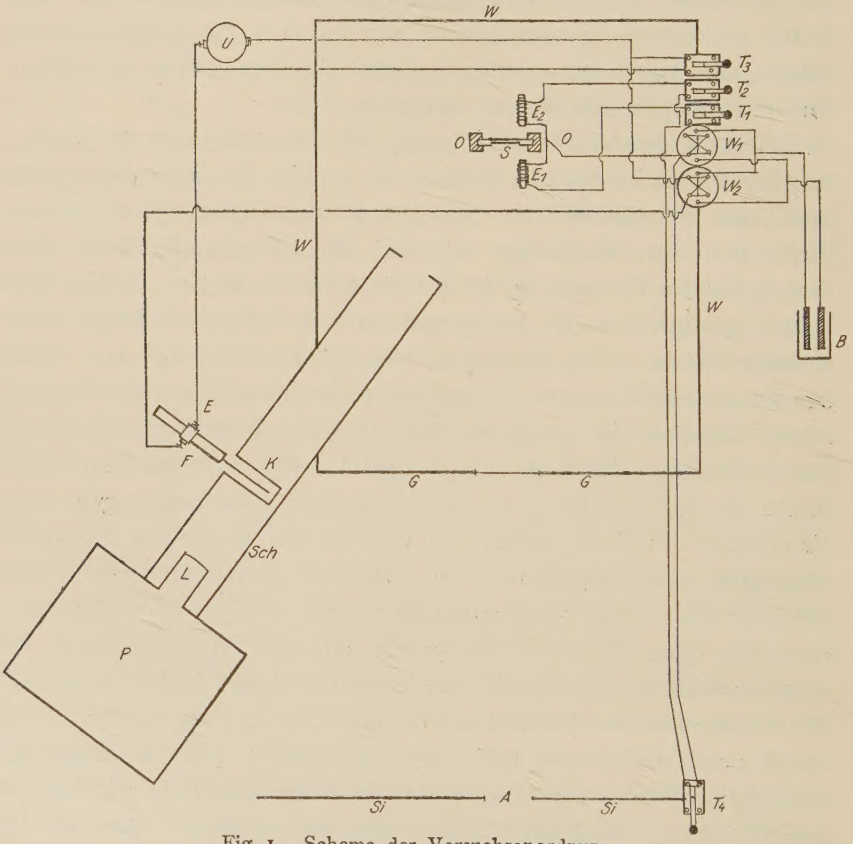

Fig. 1. Schema der Versuchsanordnung.

zwischen denen sich der Schlitten S auf- und abbewegen konnte. E_1 und E_2 sind die beiden Elektromagnete, die durch Niederdrücken der beiden Taster T_1 und T_2 in Tätigkeit gesetzt werden konnten. In seiner Höchststellung (Anfangsstellung) ruhte der Schlitten mit seinem untersten Zapfen auf dem vorderen Stützhebel. Wurde durch Niederdrücken des Tasters T_1 der Strom der Akkumulatoren-

batterie B durch den Magneten A_1 geschickt, so riß dieser den vorderen Stutzhebel an sich und nahm so dem Schlitten seine Unterstützung. Dieser fiel um eine Stufe herab, indem der Zapfen nun auf den hinteren kürzeren Stutzhebel aufschlug, dessen Länge so bestimmt war, daß nun der zweite Rahmen des Schlittens genau in die Lage kam, die der erste zuvor innegehabt hatte. Wurde durch Niederdrücken des Tasters T_2 der Strom durch den Magneten A_2 geschickt, so riß dieser den kurzen Hebel an sich und der Schlitten fiel wiederum um eine Stufe tiefer, indem er nun mit einem zweiten, in der Mitte des Schlittens angebrachten Zapfen auf den vorderen Stutzhebel zu liegen kam. Hierbei rückte der dritte Rahmen in die Expositionslage. P bedeutet die Projektionslampe, die durch das Linsensystem L ihr Licht durch den Schacht Sch auf den Objektträger wirft. F soll das Federpendeltachistoskop andeuten, das mit dem Kartonstück K in den Lichtschacht hineinragend den Lichtkegel im Brennpunkte durchschneidet. U ist die Baltzarsche Kontaktuhr, die den Stromkreis des Elektromagneten A am Federpendeltachistoskop regelmäßig unterbricht. Sie war in einem Nebenraum aufgehängt, damit ihr Geräusch den Beobachter nicht störte. Außer durch die Uhr wurde der durch den Magneten A fließende Strom noch durch den Taster T_3 und zwar in dessen Normalstellung geschlossen. Nur solange dieser niedergedrückt war und der durch A fließende Strom allein durch die Uhr gehen konnte, machten sich also die durch dieselbe bewirkten Stromunterbrechungen bemerkbar. W_1 und W_2 sollen zwei den Elektromagneten des Objektträgers und des Tachistoskops vorgeschaltete Stromwender andeuten, die von Zeit zu Zeit umgelegt wurden, um das Entstehen von Dauermagnetismus in den Elektromagneten zu verhüten. WW bezeichnen die beiden Seitenwände und die Rückwand. O die aus der belegten Glaswand gebildete vordere Wand des dunklen Raumes, in dem sich der Objektträger befand. Wie die Figur andeutet, war die rechte Seitenwand ein Stück unterbrochen, um die Bedienung der Taster und Wender sowie die Auswechselung der Objekte im Objektträger zu ermöglichen. Diese Öffnung konnte auch während der Versuche dauernd geöffnet bleiben, da die von den schwarzgestrichenen Wänden des Zimmers reflektierte, durch sie in den Objektraum hineindringende Lichtmenge nur gering war. $a - b$ endlich soll den Schirm andeuten, vor dem

der Beobachter saß, und durch dessen Diaphragma *A* hindurch er durch das Diaphragma der Glasplatte die dargebotenen Objekte beobachtete.

Die Methode.

Daß die Lagenauffassung eines als Normalreiz tachistoskopisch dargebotenen Punktes durch die Darbietung eines vorhergehenden, von ihm durch eine indifferente Zeitstrecke (1,5 Sek.) getrennten Punktes assoziativ beeinflußt wurde, zeigte des öfteren bereits die Selbstbeobachtung. So äußerte Wi. wiederholt und unaufgefordert, daß er den Eindruck habe, als würde mit verschiedenen Normalreizen gearbeitet. Der Normalreiz wurde demnach durch die Vorreize subjektiv verschoben. Auch konnte Wi., wie nach einiger Übung auch die anderen Beobachter, bestimmte Angaben über die Richtungen solcher Verschiebungen machen. Doch sind selbstverständlich solche Angaben zu exakteren quantitativen Bestimmungen nicht geeignet.

Die quantitative Bestimmung der Beeinflussungen der Lagenauffassung des *N* geschah mit Hilfe der Vergleichsmethode nach der Methode der drei bzw. fünf Hauptfälle, indem der Äquivalenzwert für den *N* beim Sukzessivvergleich mit abgestuften Vergleichsreizen ohne und mit vorhergehender Darbietung von Vorreizen ermittelt wurde. Die Abweichung des bei einem Vorreize sich ergebenden Äquivalenzwertes von dem normalen, d. h. ohne Vorreiz sich ergebenden Äquivalenzwerte, gibt dann die durch den Vorreiz verursachte Gesamtbeeinflussung.

Zur Ermittelung des normalen Äquivalenzwertes wurde auf folgende Weise verfahren: In dem untersten Rahmen des Objektträgers wurde eine Karte befestigt, die abgesehen von dem Fixationspunkte, der sich ja auf sämtlichen Objekten befand, leer war. Darüber, im zweiten Rahmen, befand sich der *N*, im dritten Rahmen ein Vergleichsreiz (*V*). Nach Ingangsetzen des Tachistoskops durch den Versuchsleiter (durch Niederhalten des Tasters T_3) bekam der Beobachter also zunächst in regelmäßigen Abständen von zwei Sekunden die leere Karte zu sehen. Er konnte nun ganz nach Belieben, nämlich dann, wenn er den Rhythmus der Expositionsfolge erfaßt hatte und seine Apperzeption auf normaler Höhe glaubte, was durchweg nach zwei bis vier Expositionen der leeren Karte eintrat, selbst durch einen

kurzen Druck auf den Taster T_4 das Fallen des Schlittens um eine Stufe und damit das Erscheinen des N bei der nächsten Exposition bewirken. Der N wurde jedoch dann nur ein einziges Mal dargeboten, indem der Versuchsleiter nach Exposition desselben in der darauf folgenden Zwischenzeit durch Druck auf den Taster T_2 den Schlitten um eine weitere Stufe fallen ließ, wodurch den Beobachter bei der nächsten Exposition der V gezeigt wurde. Auch dieser wurde nur einmal dargeboten, indem der Versuchsleiter nach Exposition desselben durch Aufheben des Tasters T_3 das Tachistoskop zum Stillstand brachte.

Die Vergleichsreize zeigten nun gewisse Abweichungen von der Lage des N, und zwar beschränkten wir uns hinsichtlich der Richtungen dieser Abweichungen auf die beiden Hauptrichtungen, die horizontale und die vertikale[1]), innerhalb derer die Lage der Vergleichsreize um halbe Millimeter abgestuft war. Der Beobachter hatte nun nach jedem Versuch die Lage des V in bezug auf den N zu beurteilen; dabei hatte er sich sowohl über die Richtung als auch — natürlich nur in qualitativer Weise — über die Größe einer eventuell bemerkten Abweichung der Lage des V von der des N zu äußern. In den Urteilen unterschieden wir sechzehn Richtungen. Es zeigte sich nämlich schon von den ersten Versuchen an, daß, obgleich die Vergleichspunkte sämtlich nur rein horizontale oder rein vertikale Abweichungen in ihrer Lage zum N hatten, nur relativ selten rein horizontale bzw. rein vertikale Lagenänderungen wahrgenommen wurden. Die vier Hauptrichtungen waren natürlich links, rechts, oben, unten. Verschiebungen, die dem Beobachter etwa in den Richtungen um 45° zur Horizontalen oder Vertikalen erschienen, wurden in den Urteilen durch die Bezeichnungen rechts-oben, rechts-unten, links-oben, links-unten oder auch umgekehrt oben-rechts, unten-rechts, oben-links, unten-links charakterisiert. Hiervon wurden endlich noch die dazwischen liegenden Richtungen, die also mit der Horizontalen bzw. Vertikalen Winkel von etwa $22\frac{1}{2}°$ bildeten, unterschieden und durch die Ausdrücke

---

[1]) Im Gegensatz zu der Meinung Poschogas bei einer ähnlichen Untersuchung im indirekten Sehen (Psych. Stud. VI, S. 402 f.) halten wir diese beiden Richtungen auch in psychologischer Beziehung für zwei ausgezeichnete und nicht »beliebige« Richtungen.

rechts	etwas oben,	rechts	etwas unten,
links	» » ,	links	» » ,
oben	» links,	oben	» rechts,
unten	» » ,	unten	» » ,

bezeichnet[1]). Zur Charakterisierung der Größe der bemerkten Abweichungen wurden in den Urteilen die eben merklichen Verände-

[1]) Unter den Ursachen, die, obgleich die Vergleichsreize sämtlich nur genau horizontale oder vertikale Abweichungen ihrer Lage von der des N hatten, in einer großen Zahl von Versuchen den Eindruck schräger Verschiebungen hervorriefen, sind vor allem zwei Arten zu unterscheiden:

1. Die konstanten Fehler der Lagenauffassung beim Sukzessivvergleich:

Wie wir sehen werden, besaß jeder Beobachter gewisse rein individuelle konstante Fehler der Lagenauffassung, sowohl in horizontaler wie vertikaler Beziehung. Es ist deshalb durchaus verständlich, wie sich bei objektiv reiner Horizontalabweichung der vertikale konstante Fehler und umgekehrt bei reiner Vertikalabweichung der horizontale konstante Fehler hinzu addierte.

2. Eigentliche Korrelationen zwischen den beiden Komponenten, hervorgerufen durch die geometrische Figur, die Fixationspunkt, Normalreiz und Vergleichsreiz miteinander bildeten. Und zwar können wir hier wiederum zwei Hauptfälle unterscheiden:

a) Der Beobachter faßt die Lagenänderung des N als eine Drehung des radius vector auf, den Fixationspunkt und N bilden. — Es erscheint dann eine reine Linksverschiebung als nach links-oben, eine Rechtsverschiebung nach rechts-unten, eine Aufwärtsverschiebung als nach oben-links und eine Abwärtsverschiebung als nach unten-rechts gerichtet.

b) Der Beobachter neigt dazu, die Lagenänderungen als Verlängerungen oder Verkürzungen des Radius vector aufzufassen. — Dadurch entstehen Verbindungen von links mit unten, rechts mit oben, oben mit rechts und unten mit links. Hier treten also gerade die entgegengesetzten Korrelationen wie bei a) ein.

Betrachteten wir daraufhin die Gesamtheit der von den verschiedenen Beobachtern abgegebenen Urteile, so zeigte sich schon bei einfacher Abzählung, daß bei dem einen Beobachter diese, bei dem andern Beobachter jene Komponentenverbindungen überwogen.

Die folgende Tabelle zeigt nun, welche Komponentenverbindungen bei den einzelnen Beobachtern überwogen:

Es wurde verbunden bei	Wi.	Ka.	He.	Ho.	Ha.*)	Pe.
links überwiegend mit	u	o	u, o	o	u	o
rechts » »	u	o	u	u	u	u, o
oben » »	l	l, r	l, r	l	l	l
unten » »	l	r	l, r	r	l	r
Richtung von F_h	l	r	l	r	l	l
Richtung von F_v	u	o	o	u	u	o

*) Anm.: Ha. = Herr stud. phil. Haragutzi, der sich nur im Wintersemester an den Vorversuchen beteiligte.

rungen der Lage von den deutlichen Veränderungen unterschieden. Endlich wurden noch die weit überschwelligen Veränderungen durch Zusätze wie sehr deutlich, bedeutend, usw. hervorgehoben.

Wie nun bereits in der sprachlichen Bezeichnung der Urteile, die doch auch ihre psychologische Grundlage besitzt, durchaus die Zerlegung aller schrägen Richtungen in eine horizontale und eine vertikale Komponente zum Ausdruck kam, so wurde auch bei der rechnerischen Behandlung der Urteile zur Ermittelung der Äquivalenzwerte die Zerlegung jedes Urteiles in seine horizontale und vertikale Komponente angewandt. Wir unterschieden also horizontale und vertikale Schwellen, indem wir aus den gewonnenen Vollreihen nach der Methode der drei und fünf Hauptfälle mit Hilfe der von Wirth angegebenen Formeln[1]) einerseits gewisse r_l und r_r als zwei auf der durch den N gehenden Horizontalen gelegene Punkte bestimmten, in denen sich die Links- bzw. Rechtsabweichungen eben (oder deutlich) bemerkbar machten, und andererseits auf der durch den N gehenden Vertikalen gewisse Punkte r_u und r_o bestimmten, in denen sich die Abwärts- bzw. Aufwärtsverschiebungen eben (oder deutlich) bemerkbar machten. Hierbei wurden die Links- und Unten-Urteile als Kleiner-Urteile, die Rechts- und Oben-Urteile als Größer-Urteile in Rechnung gezogen. Bei der Berechnung der Werte r_l und r_r wurde nun jedes Urteil, das »links« auch nur als Komponente enthielt, als Links- also Kleiner-Urteil gewertet. Die Urteile links, links-oben, links-etwas oben, links-etwas unten, links-unten und umgekehrt oben-links, unten-links usw. wurden hierbei also sämtlich gleich gewertet, nämlich als Links-Urteile. Wie wir im Gegensatze zu Poschoga (s. oben) glauben, der solche Komponentenzerlegung für unzulässig erklärt, geschah dies mit vollem Recht. Denn es kann doch kein Zweifel darüber bestehen, daß bei allen Vergleichsreizen, die diese Urteile hervorriefen,

---

Die Buchstaben l, r, u, o sind Abkürzungen für links, rechts, unten, oben. In den Fällen, wo eine Komponente mit den beiden in Frage kommenden Komponenten etwa gleich häufig verbunden wurde, also ein deutliches Überwiegen der einen über die andere nicht konstatiert werden konnte, haben wir in der Tabelle in dem betreffenden Felde die Abkürzungen für beide gesetzt. In den beiden letzten Horizontalreihen sind zum Vergleich die Richtungen der beiden konstanten Fehler F_h und F_v angegeben; wir sehen deutlich bei Wi., Ka. und Ha. den Fall 1 auftreten, bei Ho. und Pe. dagegen den Fall 2a). Bei He. endlich scheinen die verschiedenen Auffassungsarten miteinander zu konkurrieren.

[1]) Psych. Stud. VI, S. 447 ff.

neben allen etwaigen anderen Eindrücken, die Vp. sicherlich auch den Eindruck hatte, daß die betreffenden Vergleichsreize links von der durch den N gehenden Vertikalen gelegen waren. Entsprechend wurde bei der Berechnung der anderen Werte verfahren.

Infolge der Zerlegung der Urteile in die beiden Komponenten ergaben sich zwei besondere Äquivalenzwerte, ein horizontaler und ein vertikaler

$$A_h = \frac{r_l + r_r}{2} \quad \text{und} \quad A_v = \frac{r_u + r_o}{2}.$$

Als eigentlicher Äquivalenzpunkt wäre nun der Punkt mit den Koordinaten A_h und A_v in bezug auf den N anzusehen; doch sollen auch im weiteren Verlaufe der Untersuchung die horizontale und die vertikale Komponente getrennt behandelt werden. Wir betrachten deshalb die Werte A_h und A_v, die ja nur die Projektionen des eigentlichen Äquivalenzpunktes darstellen, für sich, und geben ihnen eine selbständige Bedeutung. Wir nennen den auf der durch den N gehenden Horizontalen gelegenen Punkt im Abstande A_h vom N den horizontalen, den auf der durch den N gehenden Vertikalen gelegenen Punkt im Abstande A_v den vertikalen Äquivalenzpunkt. Die Strecke A_h nennen wir den horizontalen konstanten Fehler oder die horizontale Normalabweichung, die Strecke A_v den vertikalen konstanten Fehler oder die vertikale Normalabweichung.

Die Beeinflussungsversuche wurden folgendermaßen ausgeführt: Die Anordnung war die gleiche wie bei den einfachen Versuchen zur Ermittlung der Normalabweichungen, nur mit dem Unterschiede, daß der unterste Rahmen an Stelle der leeren Karte eine Karte enthielt, auf der außer dem Fixationspunkte der Vorreiz, nämlich ein zweiter Punkt angebracht war, den der Beobachter zu beachten hatte, und dessen Einfluß auf die Lagenauffassung eben studiert werden sollte. Der zweite Rahmen enthielt wieder den Normalreiz, der dritte wieder einen Vergleichsreiz. Nach Ingangsetzen des Tachistoskops bekam der Beobachter also nun zunächst den Vorreiz zu sehen. Wieder löste er selber durch Niederdrücken des Tasters T_4 den N aus, und zwar dann, wenn er den Vorreiz gut erfaßt zu haben glaubte, und seine Aufmerksamkeit auf normaler Höhe glaubte, was wiederum nach zwei bis vier Expositionen einzutreten pflegte. Den N und ebenso den V bekam er wie bei den einfachen Versuchen sodann

nur einmal zu sehen. Die Aufgabe des Beobachters bestand wiederum allein darin, die Lage des V in bezug auf den N in derselben Weise zu beurteilen wie bei den einfachen Versuchen. Über die Lage des Vorreizes etwa in bezug auf den N brauchte er weder sich noch dem Versuchsleiter irgendwelche Rechenschaft zu geben. Die Lage des Vorreizes sollte er nur, während er exponiert wurde, »gut auffassen«, was kaum als schwierige Aufgabe angesehen werden konnte, da dieser schon durch die mehrfache Exposition sich gewissermaßen von selbst der Auffassung aufdrängte.

Die Beeinflussungsversuche verliefen somit äußerlich in genau derselben Weise wie die Versuche ohne Beeinflussung, vor allem wieder mit Auslösung des N durch Vp. selber. Dies war natürlich auch durchaus erforderlich, wenn die Ergebnisse der Versuche mit und ohne Beeinflussung überhaupt vergleichbar sein sollten, und war eben dadurch erreicht worden, daß wir für die Versuche mit Beeinflussung eine den Versuchen ohne Beeinflussung genau angepaßte Form gewählt hatten.

Wie bei den Vergleichsreizen, so beschränkten wir uns auch bei den Vorreizen auf solche, die auf der durch den N gehenden Horizontalen und Vertikalen gelegen waren. Erstere sollen als horizontale, letztere als vertikale Vorreize bezeichnet werden. Wir beschränkten uns weiter auf die Untersuchung der durch die horizontalen Vorreize verursachten Änderungen der horizontalen Normalabweichungen und die durch die vertikalen Vorreize verursachten Änderungen der vertikalen Normalabweichungen. Wir bestimmten bei horizontalen Vorreizen also nur die verschiedenen A_h, indem wir hier nur horizontale Vergleichsreize gaben, und ebenso bei den vertikalen Vorreizen nur die zugehörigen A_v, indem wir hier nur vertikale Vergleichsreize darboten.

Die Resultate, die wir im nächsten Abschnitt mitteilen wollen, stützen sich nun allein auf die Versuche im Sommersemester 1913. Ihre Anzahl beträgt etwa 3000. Die im Winter 1912/13 angestellten Versuche betrachten wir lediglich als Vorversuche; denn es leuchtet ein, daß die Versuche des einen Semesters mit denen des andern nicht in Zusammenhang gebracht werden durften, wegen der zweimonatigen Pause, die zwischen den beiden Versuchsgruppen lag. Die Versuche im Sommer sind nun so angelegt worden, daß nicht etwa zunächst

die Versuche ohne Beeinflussung, dann solche mit dem Vorreize V_1, nach diesen solche mit dem Vorreize V_2 usf. vorgenommen wurden, sondern es wurden die Versuche ohne Beeinflussung und die mit Beeinflussung durch alle Vorreize, die überhaupt untersucht werden sollten, möglichst gleichmäßig über die Gesamtdauer der Arbeit verteilt, derart daß in jeder einzelnen Versuchsstunde, in der etwa 30 bis 40 Versuche vorgenommen werden konnten, Versuche ohne Beeinflussung und solche mit den verschiedensten Vorreizen stattfanden. Bei einer solchen Verteilung der Versuche war die größte Wahrscheinlichkeit für einen Ausgleich der durch die wechselnde Disposition der Beobachter bedingten variabeln Fehler gegeben.

Ergebnisse der Untersuchung.

Die Resultate unserer experimentellen Untersuchung sind in den Tabellen 1 bis 4 (S. 399 ff.) zusammengestellt, und zwar sind die Werte in den Tabellen 1 und 2 auf Grund der eben merklichen Unterschiede, die Werte in den Tabellen 3 und 4 dagegen auf Grund der deutlichen Unterschiede, also unter Bewertung der »eben merklichen« Urteile als Gleichheitsurteile, berechnet. Zunächst wollen wir uns jedoch nur mit den Werten der ersten Art beschäftigen; später werden wir auch die Werte, die sich auf Grund der deutlichen Unterschiede ergeben, berücksichtigen müssen.

In Tabelle 1 finden wir die zu den verschiedenen horizontalen Vorreizen gefundenen Lagen des horizontalen Äquivalenzpunktes A_h, in Tabelle 2 die zu den verschiedenen vertikalen Vorreizen gefundenen Lagen des vertikalen Äquivalenzpunktes A_v, ferner in der ersten Horizontalreihe jeder Tabelle die normalen Lagen der horizontalen bzw. vertikalen Äquivalenzpunkte. Als Genauigkeitsmaß ist zu jedem Äquivalenzwert der mittlere Fehler M bei der Fechnerschen Verteilungsreduktion $g'_x = g_x + \frac{u_x}{2}$, bzw. $k'_x = k_x + \frac{u_x}{2}$ angegeben[1]). Endlich sind auch die Werte der Normalschwellen für den Sukzessivvergleich, $N - r_l$, $r_r - N$; und $N - r_u$, $r_o - N$, die vielleicht hier

[1]) Wirth, Psychophysik, S. 192 und die Abhandlung: Ein einheitliches Präzisionsmaß usw., Arch. f. d. ges. Psych., Bd. XXIV, 1912, S. 141. Das obengenannte M ist nur in der zweiten Abhandlung behandelt.

und da interessieren dürften, in Tab. 14 und 15 mitgeteilt. Alle Zahlenangaben beziehen sich auf das Millimeter als Längeneinheit; sie sind bis auf zwei Dezimalen gemacht, da im allgemeinen die Fehlergrenzen 0,1 mm nicht übersteigen dürften. Die verschiedenen Vorreize sind durch die Buchstaben l, r, u, o, die entsprechend links, rechts, unten, oben in bezug auf den N bedeuten sollen, und eine hinzugefügte Zahl, die die Entfernung der Vorreize vom N angibt, charakterisiert. Der spezielle Vorreiz, dessen Lage mit der des N identisch ist, ist mit 0,0 bezeichnet. Die Lagen der verschiedenen Äquivalenzpunkte A_h und A_v sind durch ihren Abstand vom N bezeichnet, und zwar sind in Übereinstimmung mit den gebräuchlichen Bezeichnungsweisen der analytischen Geometrie die Abstände der links, bzw. unterhalb vom N gelegenen Äquivalenzpunkte negativ, die Abstände der rechts bzw. oberhalb vom N gelegenen Äquivalenzpunkte positiv gerechnet.

Die Differenzen zwischen den zu den verschiedenen Vorreizen gehörigen Äquivalenzpunkten und den normalen Äquivalenzwerten, die aus den Tabellen 5 und 6 ersichtlich sind, stellen nun die horizontalen bzw. vertikalen Komponenten der durch die Vorreize verursachten Verschiebungen des normalen Äquivalenzpunktes dar. Hieraus sind also die Beeinflussungen, die die Vorreize auf die Lagenauffassung des N ausgeübt haben, zu ermitteln.

Dabei ergeben sich nun insofern gewisse Schwierigkeiten, als für jede durch einen Vorreiz hervorgerufene Verschiebung des Äquivalenzpunktes als Ursache vor allem zwei wesentlich verschiedene Momente in Betracht kommen können:

1. Die Verschiebung des Äquivalenzpunktes kann erstens verursacht sein durch eine (subjektive) **Verschiebung des** N, hervorgerufen durch eine von dem Vorreize auf den N ausgeübte Assimilations- oder Kontrastwirkung (direkte Beeinflussung).

Eine — gleichgültig, ob auf objektivem oder subjektivem Wege erfolgte — Lagenänderung des N wird nämlich im allgemeinen auch die Lage des Äquivalenzpunktes ändern. Die Lage des neuen Äquivalenzpunktes ist aber allein durch die Lagenänderung des N offenbar nur dann bestimmt, wenn in der neuen Lage des N die zwischen diesem und den Vergleichsreizen wirksamen konstanten Fehler A_h und A_v dieselben sind, wie in der alten Lage, für die sie ermittelt

wurden. Ist dies der Fall, so geht der Verschiebung des N die des Äquivalenzpunktes völlig parallel, denn auch in der neuen Lage des N hat der Äquivalenzpunkt in bezug auf ersteren die Koordinaten A_h und A_v. Unter dieser Voraussetzung geben dann umgekehrt die Änderungen der A_h und A_v durch die Vorreize die Komponenten der durch die Vorreize bewirkten Verschiebungen des N direkt an, und zwar bedeuten dann, wie leicht ersichtlich, Vergrößerungen der A_h und A_v Rechts- bzw. Aufwärtsverschiebungen, Verminderungen Links- bzw. Abwärtsverschiebungen.

2. Andererseits kann aber auch eine Verschiebung des Äquivalenzpunktes ihren Grund haben in einer **Modifikation der konstanten Fehler** A_h und A_v, hervorgerufen durch die aus der vorangehenden Darbietung des Vorreizes entspringende Veränderung der gesamten Versuchsbedingungen (indirekte Beeinflussung).

Bei der Deutung jeder einzelnen durch einen Vorreiz verursachten Verschiebung des Äquivalenzpunktes kommen also folgende drei Möglichkeiten in Betracht:

Die Verschiebung beruht

1. rein auf einer durch den Vorreiz auf den N ausgeübten Assimilations- bzw. Kontrastwirkung,
2. rein auf einer Modifikation der normalen konstanten Fehler,
3. auf einem Zusammenwirken beider Beeinflussungsmomente. In diesem Falle sind die Anteile jedes Momentes für sich zu ermitteln. Wir werden sehen, daß alle drei Fälle auftreten.

Wir betrachten zunächst die Ergebnisse bei Beob. Ka. und zwar die auf Grund der eben merklichen Unterschiede berechneten, Tab. 1 bzw. 5A (S. 399ff.). Bei ihm haben wir uns im Sommersemester lediglich auf die Darbietung horizontaler Vorreize beschränkt, und konnten deshalb eine größere Anzahl verschiedener Vorreize in feinerer Abstufung untersuchen, als bei den übrigen Beobachtern. Wir gaben ihm im ganzen 15 verschiedene horizontale Vorreize, nämlich von l 3,0 bis r 3,0 abgestuft um halbe Millimeter, außerdem noch die extremen Vorreize l 6,0 und r 6,0[1]). Die durch diese Vorreize

[1]) Diese Entfernung der Vorreize vom N wurde durchweg als extrem, z. T. auch als unangenehm von den Beobachtern empfunden. Noch größere Entfernungen zu wählen, war nicht angängig; auch wären solche Vorreize aus dem Gebiet des direkten Sehens herausgefallen.

hervorgerufenen Verschiebungen des horizontalen Äquivalenzpunktes können nun im großen und ganzen — wie wir weiter unten sehen werden — als direkte Verschiebungen des *N* gedeutet werden. Diese haben nun — wie Tab. 3 zeigt — teils die Richtung vom Vorreize zum *N*, teils die entgegengesetzte Richtung, d. h. die Vorreize übten teils Kontrast-, teils Assimilationswirkungen aus. Im einzelnen bemerken wir, daß, wenn wir von den Vorreizen l 0,5 und 0,0 absehen, alle Vorreize von l 2,5 bis r 2,5 Assimilationswirkungen, die übrigen, außerhalb dieses Gebietes gelegenen Vorreize sämtlich Kontrastwirkungen ausgeübt haben. Es ist somit das Gebiet der assimilierenden Vorreize von dem der kontrastierenden Vorreize völlig getrennt.

Dies wollen wir als unser erstes wichtiges Ergebnis festhalten und, da diese Erscheinung auch bei allen andern Beobachtern sowohl bei den horizontalen, wie bei den vertikalen Vorreizen auftritt, wie sich weiter unten zeigen wird, ihr also etwas durchaus gesetzmäßiges zugrunde zu liegen scheint, als unser qualitatives Hauptgesetz bezeichnen. (Natürlich müssen die durch die Vorreize l 0,5 und 0,0 verursachten Verschiebungen als Abweichungen von diesem Gesetz erklärt werden.)

Aus der Tabelle ersieht man weiter, daß auch die quantitativen Beziehungen eine gewisse Gesetzmäßigkeit einhalten: die Assimilationswirkung ist am stärksten bei den in der Nähe des *N* gelegenen Vorreizen, nimmt mit der Entfernung der Vorreize vom *N* beständig ab, wird schließlich gleich Null und geht bei weiter zunehmender Entfernung in Kontrastwirkung über.

Deutlicher jedoch, als aus der Tabelle, erkennen wir alle diese Beziehungen an der Hand der graphischen Darstellung. Fig. 3 (s. Tafel bei S. 404) zeigt uns die bei Ka. durch die verschiedenen horizontalen Vorreize verursachten Horizontalverschiebungen des A_h.

Die Abszissen bedeuten die Vorreize, die ja durch ihre positive oder negative Entfernung vom *N* völlig bestimmt sind. Die Ordinaten bedeuten die durch die betreffenden Vorreize verursachten Horizontalverschiebungen, und zwar sind die Linksverschiebungen nach unten, die Rechtsverschiebungen nach oben gezeichnet. Damit auch in der Figur deutlich zum Ausdruck komme, was experimentell bestimmt worden ist, was dagegen nur durch Interpolation gewonnen wurde, sind die experimentell bestimmten Ordinaten ausgezogen worden. Die

Verbindung ihrer Endpunkte durch eine möglichst einfache Linie liefert die in der Figur ausgezogene Kurve. Bei der geringen Größe der Entfernungen der Vorreize und der durch sie verursachten Verschiebungen machte sich natürlich zum Zwecke der Zeichnung eine vergrößerte Darstellung erforderlich. Auf der Abszissenachse wählten wir eine 5fache, auf der Ordinatenachse eine 25fache Vergrößerung, so daß 0,5 cm auf der ersteren 1 mm der Wirklichkeit entspricht, 0,5 cm auf der letzteren dagegen 0,20 mm.

Die Fig. 3 veranschaulicht nun, daß die Endpunkte der verschiedenen Ordinaten, einschließlich der zu den Vorreizen l 0,5 und 0,0 gehörigen, sich durch eine glatte und relativ einfache Linie miteinander verbinden lassen, daß also die Beeinflussung der Lagenauffassung des *N* eine relativ einfache Funktion der Entfernung der Vorreize vom *N* ist, vor allem auch, daß die Assimilationswirkungen durchaus stetig in die Kontrastwirkungen übergehen. Unser besonderes Interesse nehmen dabei die in der Nähe des *N* gelegenen Vorreize in Anspruch. Hier treten, wie bereits bemerkt, Abweichungen von dem qualitativen Hauptgesetze auf. Dies kommt in Fig. 3 darin zum Ausdruck, daß die die Verschiebungen als Funktion der Vorreize darstellende Kurve nicht durch den Nullpunkt geht, sondern schon vorher, etwa bei l 0,7 die Abszissenachse schneidet, so daß bei l 0,5 bereits eine Rechtsverschiebung, also scheinbar eine Kontrastwirkung, und bei dem Vorreize 0,0 nicht, wie man erwarten könnte, die Wirkung Null, sondern ebenfalls eine Rechtsverschiebung auftritt. Eine solche Rechtsverschiebung des Äquivalenzpunktes kann keinesfalls als »direkte« Beeinflussung des *N*, d. h. also als eine von dem Vorreize 0,0 ausgeübte Assimilationswirkung oder Kontrastwirkung, gedeutet werden. Eine Kontrastwirkung kommt offenbar wegen der identischen Lage von Vorreiz und Normalreiz überhaupt nicht in Frage, und eine Assimilationswirkung im eigentlichen Sinne könnte doch nur darin bestehen, daß der Vorreiz den *N* an seiner Stelle läßt.

Die durch den identischen Vorreiz verursachte Verschiebung des Äquivalenzpunktes muß demnach eine Ursache haben, die gegenüber den Assimilations- uud Kontrastwirkungen ein wesentlich neues Beeinflussungsmoment bildet. Dieses mag, da es die reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen stört, als störendes Moment bezeichnet werden. Es ist nun leicht nachzuweisen, daß das so konstatierte

neue Beeinflussungsmoment mit dem S. 384 erwähnten indirekten Beeinflussungsmomente identisch ist, also lediglich auf einer Modifikation des konstanten Fehlers beruht. Eine Betrachtung der durch den Vorreiz 0,0 hervorgerufenen sowohl horizontalen wie vertikalen Verschiebungen der Äquivalenzpunkte bei allen Beobachtern zeigt nämlich, daß diese in durchaus eindeutiger Weise von den Normalabweichungen selber abhängen, insofern ihre Richtungen denen der Normalabweichungen durchweg entgegengesetzt sind und ihre absoluten Beträge durchweg denen der Normalabweichungen gleich oder fast gleich sind. Der Einfluß des Vorreizes 0,0 bestand somit in der Mehrzahl der Fälle in einer Verringerung der Normalabweichungen, größtenteils sogar in einer völligen oder fast völligen Kompensation derselben. Die Frage nach den Ursachen dieser in der Mehrzahl der Fälle in völligen oder fast völligen Kompensationen bestehenden Modifikationen der Normalabweichungen, die wir als das Wesen des störenden Momentes erkannt haben, soll uns nicht weiter beschäftigen. Hierfür wäre eine spezielle Untersuchung erforderlich, auf die unsere Versuche nicht angelegt sind. Uns kommt es nur darauf an, festzustellen, ob und wie weit das zunächst nur bei dem Vorreize 0,0 konstatierte störende Moment auch zur Erklärung der durch die übrigen Vorreize verursachten Verschiebungen des Äquivalenzpunktes herangezogen werden muß, um dann weiter aus den experimentell bestimmten Gesamtbeeinflussungen durch Elimination des störenden Moments die uns eigentlich interessierenden reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen herauszuschälen.

Denn, dies ist ohne weiteres anzunehmen, die Wirksamkeit des störenden Momentes wird sich nicht allein auf den identischen Vorreiz beschränken, sondern auch wenigstens bei den ihm benachbarten Vorreizen auftreten. In der Tat finden wir, wenn wir in der Betrachtung der Ergebnisse bei Ka. nach Tabelle 5A fortfahren, auch bei den Vorreizen l 0,5 und r 0,5 die gleiche Verschiebung wie bei 0,0. (»Gleich« ist hier wie auch sonst natürlich cum grano salis zu verstehen, d. h. innerhalb der Fehlergrenzen, die wir etwa bis 0,10 mm annehmen können.) Wir werden also auch die durch die Vorreize r 0,5 und l 0,5 hervorgerufenen Verschiebungen des Äquivalenzpunktes nicht als eigentliche Assimilations- oder Kontrastwirkungen, sondern als Wirkungen des nämlichen störenden Momentes auffassen.

Wir können nun die weitere Abgrenzung der Wirkung des störenden Moments nicht vornehmen, ohne irgendwelche Annahmen zugrunde zu legen; denn in den Versuchsergebnissen liegen ja nur die Gesamtbeeinflussungen vor, die als eine Superposition des störenden Moments über die eigentlichen Assimilations- und Kontrastwirkungen aufzufassen sind. Die Annahme, die wir machen wollen, sei nun die, daß zwei konjugierte, d. h. zwei vom N entgegengesetzt gleich entfernte Vorreize $-x$ nnd $+x$ gleiche Assimilations- bzw. Kontrastwirkungen ausüben. Üben also zwei konjugierte Vorreize reine Assimilations- oder Kontrastwirkungen aus, so muß sich dies darin äußern, daß die durch die beiden Reize hervorgerufenen Verschiebungen des Äquivalenzpunktes entgegengesetzt gleich sind. Bezeichnen wir die durch den Vorreiz x erfolgte reine oder ungestörte Assimilations- oder Kontrastwirkung mit $J(x)$, so läßt sich die ausgesprochene Annahme mathematisch präzisieren durch

$$J(-x) = -J(x)$$

oder in Worten: Die durch die Vorreize hervorgerufenen Assimilations- und Kontrastwirkungen bilden eine ungrade Funktion der Entfernung der Vorreize vom N.

Dies ist zunächst nur eine, wenn auch naheliegende Annahme. Doch findet sie eine bemerkenswerte Stütze in den Versuchsergebnissen von Ka. In der Tat beobachten wir hier mit Ausnahme der Reize l 0,5 und r 0,5 bei fast allen übrigen Paaren konjugierter Reize entgegengesetzt gleiche Verschiebungen, nämlich:

	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	6,0
l	0,21	−0,35	−0,29	−0,16	−0,04	0,02	0,21
r	0,27	0,28	0,28	0,15	0,08	−0,16	−0,11

Dies aber läßt sich offenbar mit Hilfe obiger Annahme am einfachsten dadurch erklären, daß wir es hier eben überall mit reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen zu tun haben[1]). Damit ist dann aber zugleich

[1]) Größere Abweichungen in dieser Beziehung zeigen nur die Vorreize 3,0 und 6,0. Bei letzteren dürften diese bereits durch die extreme Lage der Reize, die mannigfache Störungen mit sich brachte und somit schon von vornherein keine völlig exakten Resultate erwarten ließ, genügend erklärt erscheinen.

gesagt, daß in dem Gebiete der Vorreize, die 1 mm und mehr vom N entfernt sind, das störende Moment nicht mehr auftritt. Denn dies müßte wie eine einseitig nach rechts wirkende Kraft bei den rechts vom N gelegenen Vorreizen die Assimilationswirkung verstärken, die Kontrastwirkung schwächen, bei den links gelegenen Vorreizen dagegen jene schwächen und diese verstärken.

Andererseits haben wir erkannt, daß die in dem Gebiete von l 0,5 bis r 0,5 erfolgten Verschiebungen allein auf dem störenden Moment beruhen; denn um der Stetigkeit willen werden wir auch für alle übrigen in diesem Gebiete gelegenen, aber nicht experimentell untersuchten Vorreize die Verschiebungen 0,21 annehmen müssen. Bezeichnen wir die bei dem Vorreize x empirisch gefundene Verschiebung mit $E(x)$, das beim Vorreize x wirksame störende Moment mit $S(x)$, so gilt also

$$S(x) = E(0) \text{ für } |x| \leqq 0{,}5.$$

Ferner war $S(\pm 1{,}0) = 0$. Wir werden also weiter um der Stetigkeit willen annehmen müssen, daß $S(x)$ in dem Gebiete $0{,}5 < |x| < 1{,}0$ stetig von $E(0)$ auf 0 geht. Die graphische Darstellung von $S(x)$ würde also ein Bild wie die gestrichelte Kurve in Fig. 3 ergeben, und mathematisch können wir setzen

$$S(x) = s(x) \cdot E(0),$$

worin $s(x)$ eine Funktion von x ist, die für $|x| \gtrless 0{,}5$ gleich Eins, für $|x| \geqq 1{,}0$ gleich Null ist, und die, wenn $|x|$ von 0,5 bis 10, wächst, stetig von dem Betrage Eins auf Null sinkt. $s(x)$ kann somit am einfachsten als eine gerade Funktion von x angesehen werden.

Es fragt sich nun, welchen Verlauf würde unsere Kurve $E(x)$ nehmen, wenn auch in dem Gebiete von $|x| < 1{,}0$ das störende Moment nicht vorhanden wäre? Laut Definition der reinen Assimilationswirkungen müßte sie durch den Nullpunkt gehen. Als Winkel, unter dem sie im Nullpunkte die Achse schneidet, wählen wir am einfachsten einen Winkel von 45°. (In den Figuren beträgt dieser Winkel natürlich arctg 5 = 79°.) Dies ist gleichbedeutend mit der Annahme, daß die Assimilationswirkungen der dem N sehr nahe gelegenen Vorreize in vollständiger Assimilation, $J(x) = x$, bestehen. Im übrigen sind wir auf Interpolationen angewiesen. Hierfür erscheint nun die Sinusfunktion $c \cdot \sin \frac{\pi}{x_0} x$ recht geeignet. Zunächst

besitzt sie die Haupteigenschaft von $J(x)$, ist nämlich eine ungerade Funktion und weiter können c und x_0 stets so bestimmt werden, daß die durch sie dargestellte Kurve unter 45^0 durch den Nullpunkt geht und bei $x = \pm 1{,}0$ in die empirische Kurve $E(x)$ übergeht. In dem Gebiete $|x| > 1{,}0$ weicht $J(x)$ dann, (wie ein Blick auf die Figur 3 zeigt, in der $J(x)$ dort, wo es nicht mit den empirischen Werten $E(x)$ übereinstimmt, punktiert gezeichnet ist), bald erheblich von der reinen Sinusform ab, indem die Kurve gestreckter verläuft. Für die Darstellung des Gesamtverlaufes von $J(x)$ ist die Funktion

$$e^{-k^2 \cdot |x|} c \cdot \sin \frac{\pi}{x_0} x,$$

die bekanntlich eine gedämpfte Sinusschwingung darstellt, geeigneter.

In Fig. 3 sind nun die drei Kurven für Ka. $E(x)$, $J(x)$ und $S(x)$ in ihrem Gesamtverlaufe dargestellt, und zwar ist $E(x)$ ausgezogen, $J(x)$, soweit es nicht mit $E(x)$ identisch ist, punktiert und $S(x)$ gestrichelt gezeichnet. Allerdings standen uns in dem Kontrastgebiete zwischen 3,0 und 6,0 keine experimentell untersuchten Vorreize zur Verfügung. Wenn wir trotzdem auch in diesem Gebiete für $E(x)$, das hier gleich $J(x)$ ist, eine bestimmte, eigentümliche Form — eben die der gedämpften Sinusschwingung — annehmen, so geschieht dies auf Grund von Ergebnissen bei den übrigen Beobachtern, bei denen uns in den Kontrastgebieten einige Ordinaten mehr zur Verfügung standen, und sich tatsächlich, wie wir noch sehen werden, $J(x)$ der Form einer gedämpften Sinusschwingung erkennbar annähert.

Es erhebt sich nun die Frage, wie resultiert aus der eigentlichen Assimilations- und Kontrastkurve $J(x)$, und der Kurve, die die Wirkungen des störenden Moments darstellt, die empirische, die Gesamtbeeinflussungen darstellende Kurve $E(x)$?

Eine genauere Untersuchung dieser Frage wäre zwar entbehrlich, wenn auch bei den anderen Beob. das Gebiet, in dem sich das störende Moment bemerkbar macht, von so geringer Ausdehnung wäre, wie bei Ka. Dies ist jedoch nicht der Fall: es wird sich zeigen, daß dieses Gebiet sich teilweise bis über 5 mm nach beiden Seiten vom N erstreckt, und darum müssen wir jene Frage zu beantworten suchen. Erst dann können wir bei diesen Beob. aus den Werten $E(x)$,

die uns ja in den Versuchsergebnissen zunächst allein vorliegen, durch Ablösung der Wirkungen des störenden Momentes die uns vor allem interessierenden reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen herausschälen.

Ein Blick auf die Figur 3 zeigt nun, daß die Superposition von $J(x)$ und $S(x)$ zu $E(x)$ jedenfalls nicht in der einfachen Addition $S(x) + J(x) = E(x)$ besteht. Denn dann könnte $E(x)$ nicht in dem Intervall l 0,5 bis r 0,5 gemeinsam mit $S(x)$ als eine Gerade parallel zur Achse verlaufen. Hier ist vielmehr, trotzdem auch in diesem Gebiete $J(x)$ von Null verschieden ist, $E(x) = E(0)$. Andererseits ist von $|x| = 1{,}0$ an $E(x) = J(x)$. Die einfachste Superpositionsformel, die, wenn $s(x)$ von Eins auf Null sinkt, aus der Gleichung $E(x) = E(0)$ die Gleichung $E(x) = J(x)$ entstehen läßt, ist offenbar

$$E(x) = s(x) \cdot E(0) + (1 - s(x)) \cdot J(x).$$

Diese Formel enthält allerdings eine vereinfachende Annahme; denn sie drückt aus, daß im selben Maße, wie der Anteil des störenden Moments an der Gesamtverschiebung $E(x)$ abnimmt, der von $J(x)$ zunimmt. Es wird sich im folgenden aber zeigen, daß wir mit dieser einfachen Annahme recht gut auskommen.

Wir wenden uns nun zu den Versuchsergebnissen bei He., Ho., Pe. und Wi., und zwar wollen wir gleichzeitig die durch horizontale Vorreize verursachten Horizontalverschiebungen und die durch vertikale Vorreize verursachten Vertikalverschiebungen ins Auge fassen; denn wir werden sehen, daß die Gesetzmäßigkeiten hier wie dort die gleichen sind. Aus demselben Grunde schließen wir in unsere Betrachtung gleich die Ergebnisse der bei He. mit einer Zwischenzeit von 1,5 Sek. angestellten Versuche ein.

Aus den Tabellen 5 und 6 ersehen wir zunächst, daß, auch wenn wir alle Verschiebungen der Äquivalenzpunkte direkt als Verschiebungen des N ansehen, auch bei Wi., He., Ho. und Pe. unser S. 385 ausgesprochenes qualitatives Hauptgesetz durchweg — und zwar sowohl bei den Resultaten A wie B — erfüllt ist; überall sind die Assimilationsgebiete von den Kontrastgebieten völlig getrennt. Ferner erleidet auch hier dieses Gesetz bei dem identischen Vorreize 0,0 eine Unterbrechung, indem an dieser Stelle die Verschiebungen von Null verschieden sind. Es treten also auch hier überall gewisse störende Momente auf (vgl. S. 386 ff.).

Die quantitativen Beziehungen dagegen zeigen insofern bemerkenswerte Abweichungen von den bei Ka. beobachteten, als die Gebiete, in denen die störenden Momente wirksam sind, durchweg von bedeutend größerer Ausdehnung sind, als wie bei Ka. Dies zeigt sich einfach daran, daß erst in relativ großer Entfernung vom N die konjugierten Reize entgegengesetzt gleiche Verschiebungen besitzen; z. B. bei Ho. sowohl horizontal wie vertikal erst in der Entfernung 6,0 mm. Jedenfalls haben wir unter der Voraussetzung der zu Beginn der quantitativen Untersuchungen bei Ka. gemachten Annahme, daß die ungestörten Assimilations- und Kontrastwirkungen konjugierter Vorreize einander gleich sind, nur in dem kleinsten Teile der nunmehr betrachteten Versuchsergebnisse reine Assimilations- und Kontrastwirkungen vor uns.

Um aus diesen Ergebnissen die reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen zu ermitteln, soll nun eben die Formel

$$E(x) = s(x) \cdot E(0) + (1 - s(x)) \cdot J(x)$$

verwendet werden. Zwar ist ihre allgemeine Gültigkeit noch nicht erwiesen, sondern sie ist zunächst nur eine den speziellen Versuchsergebnissen bei Ka. unter Zugrundelegung einfacher Annahmen angepaßte Interpolationsformel. Ihre Anwendung zur Zerlegung der experimentell bestimmten Gesamtverschiebungen in Wirkungen des störenden Moments einerseits und reine Assimilations- und Kontrastwirkungen andererseits kann somit bei den übrigen Beobachtern nur dann berechtigt erscheinen, wenn die quantitativen Verhältnisse hier im wesentlichen dieselben sind wie bei Ka. Damit ergeben sich aber zwei bemerkenswerte Kontrollen, die im ferneren Verlaufe der Untersuchung die Formel mit großer Wahrscheinlichkeit als allgemeingültig werden erscheinen lassen. Da nämlich $s(x)$ eine gerade, $J(x)$ eine ungerade Funktion von x sein soll[1]), ergeben sich für die algebraischen

[1]) Daß $s(x)$ eine gerade Funktion von x ist, ist keine neue Annahme für sich, sondern eine Folge der Definition des störenden Moments überhaupt als eines Beeinflussungsmomentes, das die reinen Assimilations- und Kontrastwirkungen, die ja bei zwei konjugierten Vorreizen $-x$ und $+x$ entgegengesetzt gleiche Verschiebungen des Äquivalenzpunktes hervorrufen würden, stört. Nach dieser Definition kann das Vorhandensein des störenden Momentes bei irgend einem Vorreize x nur durch Vergleich der durch x hervorgerufenen Verschiebung mit der durch $-x$ hervorgerufenen ermittelt werden, und sodann nur beiden Reizen gleichmäßig zugeschrieben werden, wenn man nicht neue, unkontrollierbare Annahmen machen will.

Summen und Differenzen der durch je zwei konjugierte Vorreize verursachten Verschiebungen des Äquivalenzpunktes die Beziehungen

$$1.\quad \Sigma(x) = E(x) + E(-x) = 2s(x) \cdot E(0),$$
$$2.\quad \Delta(x) = E(x) - E(-x) = 2(1 - s(x)) \cdot J(x).$$

Wenn nun $s(x)$ wie bei Ka. so auch bei den übrigen Beobachtern mit wachsendem $|x|$ von dem Betrage Eins, den es für $x = 0$ besitzt, stetig auf Null sinkt, so folgt aus 1.

$$a)\quad \operatorname{sign}\Sigma(x) = \operatorname{sign}E(0), \quad \text{da } 1 < s(x) < 0,$$
$$b)\quad |\Sigma(x)| \lessgtr 2E(0),$$

oder in Worten:

Die algebraische Summe der durch je zwei konjugierte Vorreize hervorgerufenen Verschiebungen des Äquivalenzpunktes ist für dem N nahegelegene Reize gleich dem doppelten Betrage der durch den identischen Vorreiz hervorgerufenen Verschiebung und nähert sich mit wachsender Entfernung der Reize vom N stetig dem Werte Null.

Hierin liegt also die erste Kontrolle für die allgemeine Gültigkeit der Formel. Wir können ferner die Formel zur Ermittlung des uns eigentlich interessierenden $J(x)$ anwenden, indem wir aus 1.

$$s(x) = \frac{\Sigma(x)}{2E(0)}$$

bestimmen, und dann mit Hilfe des gefundenen Wertes $s(x)$ aus 2.

$$J(x) = \frac{\Delta(x)}{2(1 - s(x))}$$

ausrechnen. Dann ergibt sich insofern eine zweite Kontrolle für die allgemeinere Gültigkeit der Formel und ihrer Voraussetzungen, als sich zeigen wird, daß die so berechneten $J(x)$ überall ähnliche Kurven ergeben, die mit der bei Ka. direkt gefundenen Kurve $J(x) \equiv E(x)$ der Form nach übereinstimmen.

In den Tab. 7—13 sind nun die Werte der Summen $\Sigma(x)$ nebst den Quotienten $s(x) = \frac{\Sigma(x)}{2E(0)}$ zusammengestellt. Wir haben auch hier überall den auf Grund der eben merklichen Unterschiede berechneten Resultaten die auf Grund der deutlichen Unterschiede berech-

neten Resultate gegenüber gestellt. Die Resultate der ersten Art sind mit A, die der zweiten mit B bezeichnet. Es zeigt sich nämlich, daß die beiden Arten der Resultate voneinander abweichen. Für ausschließlich qualitative Untersuchungen kommt dies weniger in Betracht. So fanden wir bereits, daß unser qualitatives Hauptgesetz durchweg bei A und bei B zutraf. Überblicken wir dagegen die Störungsfaktoren $s(x)$, so sehen wir, daß diese bei den Resultaten B einen wesentlich einfacheren Verlauf zeigen, als bei den Resultaten A.

Während bei den letzteren eine Regel im Verlauf der $s(x)$ nicht zu erkennen ist, sehen wir die $s(x)$ bei den Resultaten B mit Ausnahme von nur zwei Fällen — nämlich bei Wi. vertikal und bei Ho. horizontal — überall mit zunehmender Vorreizentfernung stetig von Eins auf Null sinken. Der Verlauf von $s(x)$ bei Ho.hor. ist deshalb merkwürdig, weil er an sich äußerst einfach ist, indem nur die Werte Null und Eins auftreten: dabei herrscht gerade bei den mittleren Vorreizen die reine Fehlerkompensation, während bei den nahe am N gelegenen Reizen reine Assimilation, bei den extremen Reizen reiner Kontrast entsteht. Die Abweichungen bei Wi. mögen in der geringen Versuchszahl (nur drei Vollreihen), die vielleicht für exaktere quantitative Messungen nicht ausreichend ist, begründet sein. Sonst aber zeigen die $s(x)$ bei den Werten B überall denselben Verlauf wie bei Ka. Unsere S. 393 angegebene erste Kontrolle der Superpositionsformel ist demnach in bezug auf die Resultate B durchweg als erfüllt anzusehen. Wir werden also die weitere Anwendung der Formel zur Ermittlung der einzelnen Werte $J(x)$ aus den Differenzen $\Delta(x)$ nach der auf S. 393 angegebenen Weise auf die auf Grund der deutlichen Urteile gewonnenen Resultate beschränken. Es sind deshalb auch nur unter den Rubriken B Werte für $J(x)$ angegeben. Bei dieser Gelegenheit sei bemerkt, daß wir bereits während der Versuchsstunden den Eindruck hatten, daß im großen und ganzen die deutlichen Urteile den eben merklichen Urteilen überlegen waren, da sie eine größere Eindeutigkeit und Konstanz in dem Verhalten der Beob. vermuten ließen. Am deutlichsten zeigte sich dies bei Pe. Schon der Tonfall und das Zögern, mit dem hier viele der eben merklichen Urteile ausgesprochen wurden, erweckten den Eindruck größter Unsicherheit. Diese Urteile schienen recht häufig mehr auf einer gewissen Scheu

vor dem Gleichheitsurteil und dadurch veranlaßter nachträglichen Reflexion als auf der Wahrnehmung selbst zu beruhen. Wirkliche Sicherheit dagegen gerade auch bei der Abgabe der eben merklichen Urteile zeigte nur Ka., der auch die weitaus größte Empfindlichkeit für Lagenunterschiede besaß. Dies mag der Grund sein, weshalb bei ihm die Resultate A so einfache, von Störungen fast völlig freie quantitative Verhältnisse aufweisen. Diesen Bemerkungen entspricht auch die Größe der mittleren Fehler M (s. Tab. 1), die bei Ka. in ihrer Gesamtheit wesentlich kleiner sind als bei den übrigen Beobachtern.

Die Werte $J(x)$ in den Tab. 8—18 stellen nun nach obigem die reinen von den Vorreizen auf den N ausgeübten Assimilations- und Kontrastwirkungen dar. In den Figuren 3 bis 8 sind die punktierten Linien, die die Kurven $J(x)$ bedeuten sollen, mit Hilfe dieser Werte gezeichnet. Wir sehen, daß wir bei allen Beobachtern mit ein und derselben Kurvenform für $J(x)$ auskommen, und zwar ist dies dieselbe, die wir oben S. 390 bei Ka., wo außerhalb des Intervalles von — 1,0 bis + 1,0 $E(x)$ mit $J(x)$ innerhalb der Fehlergrenzen identisch verläuft, direkt festgestellt haben, nämlich im großen und ganzen die Form einer gedämpften Sinusschwingung. Die Gesetzmäßigkeiten sind also dieselben bei allen Beobachtern, sowohl bei den horizontalen wie bei den vertikalen Komponenten, desgleichen auch, wie Tab. 13 (Fig. 5 zeigt, bei der kürzeren Zwischenzeit von 1,5 Sek. Hier ist nur die Unterschiedsempfindlichkeit merklich gesteigert. Dies zeigte sich, wie bereits oben S. 372 erwähnt wurde, am deutlichsten bei Ka., bei dem bei 1,5 Sek. Zwischenzeit die Abstufung der Vergleichsreize um halbe Millimeter bereits zu grob erschien. Dasselbe trat übrigens, wenn auch nicht ganz so stark, auch bei Wi. ein, mit dem wir auch einige Versuche mit der kürzeren Zwischenzeit angestellt haben. Hier wurden bereits bei den Vergleichsreizen mit der Entfernung 1,0 vom N ausschließlich richtige Urteile abgegeben. Nach alledem können wir als das Hauptergebnis unserer Untersuchung folgenden Satz mit großer Wahrscheinlichkeit als allgemein gültig aufstellen:

Die Assimilations- und Kontrastwirkungen bilden eine Funktion der Entfernung der Vorreize vom N, die mit großer Annäherung als eine gedämpfte Sinusschwingung angesehen werden kann.

Von Interesse ist endlich noch der Betrag von $R = \frac{J(x)}{x}$, der angibt, um welchen Teil der Entfernung des Vorreizes x vom N dieser durch den Vorreiz verschoben wurde. Wir wollen diesen Betrag mit Pearce[1]) als die relative Wirkung des Vorreizes x bezeichnen. Positive R bedeuten dabei Assimilations-, negative R dagegen Kontrastwirkungen. Aus Tab. 16 ersehen wir, daß die relative Wirkung bei allen Beobachtern rasch mit wachsender Entfernung der Vorreize vom Werte Eins[2]) auf sehr kleine Werte sinkt. Figur 2 gibt das Bild von $R(x)$ bei Ka. Von einer graphischen Darstellung der $R(x)$ auch bei den anderen Beobachtern glauben wir wegen des durchaus ähnlichen Verlaufes absehen zu können. Der

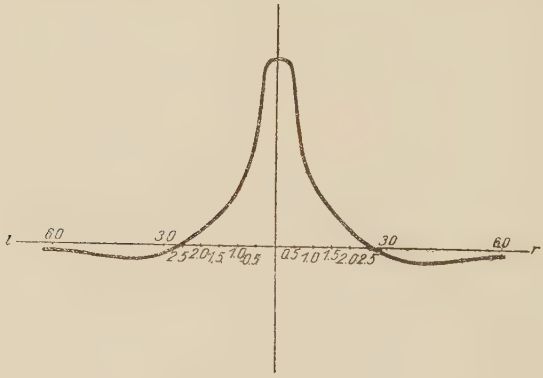

Fig. 2.

Verlauf von R stimmt nun durchaus mit der Beobachtung Pearces (a. a. O. S. 68) überein, daß im Assimilationsgebiete bei taktilen Reizen »der relative Einfluß eines Nebenreizes sich ohne Ausnahme verringert, wenn seine Entfernung wächst«. Auch seine Folgerung, daß es eine »günstigste Entfernung« geben müsse, bei der der absolute Einfluß am größten ist, wird durch die Gestalt unserer Kurven bestätigt. Wir sehen aber ferner, daß der Vorreiz mit der größten absoluten Wirkung stets im Assimilationsgebiete liegt. Die relativen Wirkungen im Kontrastgebiete sind von außerordentlich

[1]) Arch. f. d. ges. Psych. Bd. I, S. 67, § 3.

[2]) Wenn wir für die sehr nahe am N gelegenen Vorreize »vollständige« Assimilation annehmen. Vgl. S. 389.

geringer Größe. Im Hinblick auf die Gesamtheit aller Vorreize kann man direkt sagen, daß die relativen Kontrastwirkungen gegenüber den relativen Assimilationswirkungen kaum in Betracht kommen.

Zusammenfassung.

Die Gesetzmäßigkeiten, die wir gefunden haben, lassen sich in folgendes zusammenfassen:

1. Die Beeinflussungen der tachistoskopischen Auffassung durch vorangehende Eindrücke können direkter und indirekter Natur sein.

2. Die direkten Beeinflussungen bestehen in subjektiven Verschiebungen des N, die je nach ihrer Richtung als Assimilations- oder Kontrastwirkungen aufzufassen sind.

3. Sie bilden in ihrer Gesamtheit eine stetige, ungerade Funktion $J(x)$ der Entfernung x der Vorreize vom N, die angenähert als eine gedämpfte Sinusschwingung

$$J(x) = c \cdot e^{-k^2|x|} \sin \frac{\pi}{x_0} x$$

dargestellt werden kann.

4. Es ist infolgedessen das Gebiet der assimilierenden Vorreize von dem der kontrastierenden völlig getrennt; ferner nimmt die relative Wirkung $\frac{J(x)}{x}$ der Vorreize mit wachsender Entfernung ständig ab, und das Maximum der absoluten Wirkung liegt stets im Assimilationsgebiet.

5. Die indirekten Beeinflussungen bestehen in Modifikationen, und zwar durchweg in Verringerungen der konstanten Fehler. Sie sind am stärksten bei dem identischen Vorreize und in der Nähe desselben, wo durchweg vollständige oder fast vollständige Kompensationen der konstanten Fehler auftreten. Ihre Stärke nimmt mit zunehmender Entfernung der Reize vom N beständig ab und wird schließlich gleich Null.

6. Mathematisch kann der Verlauf der indirekten Beeinflussungen dargestellt werden durch

$$S(x) = s(x) \cdot F(0),$$

wobei $E(0)$ die durch den identischen Vorreiz verursachte Verschiebung des Äquivalenzpunktes, $s(x)$ eine gerade Funktion von x ist, die mit wachsendem $|x|$ von dem Betrage Eins stetig in den Wert Null übergeht.

7. Die empirisch als Verschiebungen der Äquivalenzpunkte gefundenen Gesamtbeeinflussungen $E(x)$ sind hervorgerufen durch Zusammenwirken beider Beeinflussungsmomente, des direkten und des indirekten, und können dargestellt werden durch die Formel

$$E(x) = s(x) \cdot E(0) + (1 - s(x)) \cdot J(x).$$

8. Hieraus ergeben sich die Beziehungen

$$s(x) \cdot E(0) = \frac{E(x) + E(-x)}{2},$$

$$J(x) = \frac{E(x) - E(-x)}{2(1 - s(x))},$$

nach denen aus den empirischen Werten $E(x)$ die beiden Beeinflussungsmomente für sich ermittelt werden können. Die durch irgend einen Vorreiz x ausgeübte reine Assimilations- oder Kontrastwirkung ergibt sich somit direkt aus den durch ihn und dem zu ihm konjugierten Vorreize $-x$ hervorgerufenen Gesamtbeeinflussungen $E(x)$ und $E(-x)$ als

$$J(x) = \frac{E(0) \cdot [E(x) - E(-x)]}{2E(0) - E(x) - E(-x)}.$$

Zum Schlusse sei mir gestattet, Herrn Wirkl. Geheimen Rat Prof. Dr. W. Wundt sowie Herrn Prof. Dr. Wirth meinen ehrerbietigsten Dank für die Anregung zu der vorliegenden Untersuchung auszusprechen. Herrn Prof. W. Wirth bin ich insofern noch zu besonderem Danke verpflichtet, als er mir bei der Anlage der Versuchsanordnung wie auch während der gesamten Dauer der Untersuchung jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Tabelle 1.

Lagen der A_h nebst zugehörigen Werten des mittleren Fehlers M bei den einzelnen horizontalen Vorreizen (eben merklich).

	Ka.		He.		Ho.		Pe.		Wi.		He. 1,5 Sek.	
	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M
	—0,21	0,47	0,38	0,74	—0,50	0,75	0,25	0,67	0,58	0,40	—0,18	0,91
L 6,0	0,00	0,60	—	—	0,19	1,42	—	—	—	—	—0,06	0.66
L 4,0	—	—	—	—	0,19	0,85	0,44	0,75	—	—	—	—
L 3,0	—0,19	0,59	—	—	—0,31	0,98	0.00	0.61	—	—	—0,12	0,78
L 2,5	—0,25	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 2,0	—0,37	0,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 1,5	—0,50	0,25	—	—	—	—	0,07	0,70	—	—	—0,18	0,98
L 1,0	—0,56	0,49	—	—	—0,62	1,05	0,07	0,90	—	—	—	—
L 0,5	0,00	0,43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0	0,00	0,43	—0,06	1,15	—0,06	0,86	0,08	0,62	—0,08	0,80	0,00	0,80
R 0,5	0,06	0,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 1,0	0,07	0,61	—	—	—0,37	1,02	—0,12	0,60	—	—	—	—
R 1,5	0,07	0,58	—	—	—	—	0,00	0,65	—	—	—0,06	0,66
R 2,0	—0,06	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 2,5	—0,13	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 3,0	—0.37	0,74	—	—	—0,19	1,12	—0,06	0,79	—	—	—0,62	0,81
R 4,0	—	—	—	—	0,07	0,95	0,25	0,79	—	—	—	—
R 6,0	—0.32	0,53	—	—	—1,12	1,43	—	—	—	—	—0,62	0,82

Tabelle 2.

Lagen der A_V nebst zugehörigen Werten des mittleren Fehlers M bei den einzelnen vertikalen Vorreizen (eben merklich).

	He.		Ho.		Pe.		Wi.	
	A_V	M	A_V	M	A_V	M	A_V	M
	—0,43	0,56	0,60	0,67	—0,34	0,57	0,17	0,53
U 6,0	—	—	0,75	0,96	0,12	0,65	0,25	0,65
U 4,0	—	—	0,64	0,49	—	—	—	—
U 3,0	—0,43	0,35	0,63	0,54	0,12	0,21	0,58	0,37
U 1,5	—0,62	0,54	0,07	0,79	—0,20	0,76	0,25	0,50
0,0	—0,66	0,53	0,31	0,73	—0,25	0,50	—0,08	0,62
O 1,5	0,00	0,75	0,81	0,77	—0,31	0,40	0,19	0,29
O 3,0	0,06	0,83	0,25	0,56	—0,38	1,02	0,00	0,66
O 4,0	—	—	0,69	0,91	—	—	—	—
O 6,0	—	—	0,37	0,48	—0,25	0,66	—0,25	0,41

Tabelle 3.

Lagen der A_h nebst zugehörigen Werten des mittleren Fehlers M bei den einzelnen horizontalen Vorreizen (deutlich).

	Ka.		He.		Ho.		Pe.		Wi.		He. 1,5 Sek.	
	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M	A_h	M
	—0,12	0,77	0,00	1,30	—0,44	1,64	0,17	0,53	0,42	0,37	—0,31	0,91
L 6,0	—0,37	1,14	—	—	0,18	1,59	—	—	—	—	—0,15	0,98
L 4,0	—	—	—	—	—0,12	1,38	0,31	0,85	—	—	—	—
L 3,0	0,13	1,24	—	—	—0,12	1,27	0,25	0,91	—	—	—0,06	0,86
L 2,5	0,21	0,91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 2,0	—0,37	1,39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 1,5	—0,43	0,75	—	—	—	—	—0,06	1,09	—	—	—0,31	1,22
L 1,0	—0,56	1,03	—	—	—0,69	1,16	0,00	1,15	—	—	—	—
L 0,5	—0,18	0,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0	0,00	0,61	—0,06	1,15	—0,12	1,14	0,00	0,72	0,00	1,11	0,00	0,95
R 0,5	—0,37	0,89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 1,0	—0,19	0,63	—	—	—0,19	1,26	0,00	0,75	—	—	—	—
R 1,5	—0,12	1,22	—	—	—	—	0,13	0,80	—	—	0,07	1,14
R 2,0	—0,06	1,14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 2,5	—0,12	0,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R 3,0	—0,06	1,38	—	—	—0,06	1,75	—0,13	1,05	—	—	—0,50	1,20
R 4,0	—	—	—	—	—0,06	1,41	0,06	0,83	—	—	—	—
R 6,0	—0,12	1,24	—	—	—1,19	1,62	—	—	—	—	—0,62	1,08

Tabelle 4.

Lagen der A_V nebst zugehörigen Werten des mittleren Fehlers M bei den einzelnen vertikalen Vorreizen (deutlich).

	He.		Ho.		Pe.		Wi.	
	A_V	M	A_V	M	A_V	M	A_V	M
	—0,25	0,67	0,75	0,87	0,00	0,94	0,08	0,57
U 6,0	—	—	1,25	1,06	0,37	0,99	0,17	0,67
U 4,0	—	—	0,69	0,73	—	—	—	—
U 3,0	—0,38	0,41	0,45	0,84	0,25	0,79	0,09	0,75
U 1,5	—0,50	0,75	0,06	0,79	—0,10	0,96	—0,06	0,56
0,0	—0,53	0,61	0,28	0,87	—0,41	0,96	—0,08	0,62
O 1,5	0,06	0,71	0,82	0,81	—0,32	0,61	—0,12	0,50
O 3,0	—0,06	0,78	0,54	0,92	—0,25	1,35	0,09	0,85
O 4,0	—	—	0,69	1,07	—	—	—	—
O 6,0	—	—	0,32	0,81	—0,31	0,55	—0,25	0,41

Tabelle 5.

Die durch die einzelnen horizontalen Vorreize verursachten Horizontalverschiebungen des A_h.

	A. (eben merklich)					1,5 Sek.	B. (deutlich)					1,5 Sek.
	Ka.	He.	Ho.	Pe.	Wi.	He.	Ka.	He.	Ho.	Pe.	Wi.	He.
	—0,21	0,38	—0,50	0,25	0,58	—0,18	—0,12	0,00	—0,44	0,17	0,42	—0,31
L 6,0	0,21	—	0,69	—	—	0,12	—0,25	—	0,62	—	—	0,16
L 4,0	—	—	0,69	0,19	—	—	—	—	0,32	0,14	—	—
L 3,0	0,02	—	0,19	—0,25	—	0,06	0,25	—	0,32	0,08	—	0,25
L 2,5	—0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 2,0	—0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L 1,5	—0,29	—	—	—0,18	—	0,00	—0,31	—	—	—0,23	—	0,00
L 1,0	—0,35	—	—0,12	—0,18	—	—	—0,44	—	—0,25	—0,17	...	—
L 0,5	0,21	—	—	—	—	—	—0,06	—	—	—	—	—
0,0	0,21	—0,32	0,44	—0,17	—0,64	0,18	—0,09	—0,06	0,32	—0,17	—0,42	0,31
R 0,5	0,27	—	—	—	—	—	—0,25	—	—	—	—	—
R 1,0	0,28	—	0,13	—0,37	—	—	—0,07	—	0,25	—0,17	—	—
R 1,5	0,28	—	—	—0,25	—	0,12	0,00	—	—	—0,04	—	0,38
R 2,0	0,15	—	—	—	—	—	0,06	—	—	—	—	—
R 2,5	0,08	—	—	—	—	—	0,00	—	—	—	—	—
R 3,0	—0,16	—	0,31	—0,31	—	—0,38	0,06	—	0,38	—0,30	—	—0,19
R 4,0	—	—	0,57	0,00	—	—	—	—	0,38	—0,11	—	—
R 6,0	—0,11	—	—0,62	—	—	—0,32	0,00	—	—0,75	—	—	—0,31

Tabelle 6.

Die durch die einzelnen vertikalen Vorreize verursachten Vertikalverschiebungen des A_v.

	A. (eben merklich)				B. (deutlich)			
	He.	Ho.	Pe.	Wi.	He.	Ho.	Pe.	Wi.
	—0,43	0,60	—0,34	0,17	—0,25	0,75	0,00	0,08
U 6,0	—	0,15	0,46	0,08	—	0,50	0,37	0,09
U 4,0	—	0,04	—	—	—	—0,06	—	—
U 3,0	0,00	0,03	0,46	0,41	—0,13	—0,30	0,25	0,01
U 1,5	—0,19	—0,53	0,14	0,08	—0,25	—0,69	—0,10	—0,02
0,0	—0,23	—0,29	0,09	—0,25	—0,28	—0,47	—0,41	—0,16
O 1,5	0,43	0,21	0,03	0,02	0,31	0,07	—0,32	—0,20
O 3,0	0,49	—0,35	—0,04	—0,17	0,19	—0,21	—0,25	0,01
O 4,0	—	0,09	—	—	—	—0,06	—	—
O 6,0	—	—0,23	0,09	—0,42	—	—0,43	—0,31	—0,33

Tabelle 7.
Ho. 2 Sekunden horizontal.

x	A.				B.			
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$
0,0	0,44	0,44	0,88	1	0,32	0,32	0,64	1
1,0	—0,12	0,13	0,0	0	—0,25	0,25	0,00	0
3,0	0,19	0,31	0,50	0,57	0,32	0,38	0,70	1,09
4,0	0,69	0,57	1,26	1,43	0,32	0,38	0,70	1,09
6,0	0,69	—0,62	0,07	0,08	0,62	—0,75	—0,13	0

Tabelle 8.
Ho. 2 Sekunden vertikal.

x	A.				B.					
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$\Delta(x)$	$\mathcal{J}(x)$
0,0	—0,29	—0,29	—0,58	1	—0,47	—0,47	—0,94	1	0	0
1,5	—0,53	0,21	—0,32	0,55	—0,69	0,07	—0,62	0,66	0,76	1,12
3,0	0,03	—0,35	—0,32	0,55	—0,30	—0,21	—0,51	0,55	0,09	0,10
4,0	0,04	0,09	0,13	—0,22	—0,06	—0,06	—0,12	0,13	0,00	0,00
6,0	0,15	—0,23	—0,08	0,14	0,50	—0,43	0,07	—0,08	—0,93	—0,46

Tabelle 9.
He. 2 Sekunden vertikal.

x	A.				B.					
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$\Delta(x)$	$\mathcal{J}(x)$
0,0	—0,23	—0,23	—0,46	1	—0,28	—0,28	—0,56	1	0	0
1,5	—0,19	0,43	0,24	—0,52	—0,25	0,31	0,06	0	0,56	0,28
3,0	0,00	0,49	0,49	—1,07	—0,13	0,19	0,06	0	0,32	0,16

Tabelle 10.
Pe. 2 Sekunden horizontal.

x	A.				B.					
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$\Delta(x)$	$\mathcal{J}(x)$
0,0	—0,17	—0,17	—0,34	1	—0,17	—0,17	—0,34	1	0	0
1,0	—0,18	—0,37	—0,55	1,62	—0,17	—0,17	—0,34	1,00	0	?
1,5	—0,18	—0,25	—0,43	1,20	—0,23	—0,04	—0,27	0,80	0,19	0,48
3,0	—0,25	—0,31	—0,56	1,62	0,08	—0,30	—0,22	0,65	—0,38	—0,54
4,0	0,19	0,00	0,19	—0,56	0,14	—0,11	0,03	0,08	—0,25	—0,14

Tabelle 11.

Pe. 2 Sekunden vertikal.

x	A.				B.					
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$\Delta(x)$	$\mathcal{J}(x)$
0,0	0,09	0,09	0,18	1	—0,41	—0,41	—0,82	1	0	0
1,5	0,14	0,03	0,17	0,95	—0,10	—0,32	—0,42	0,51	—0,22	—0,22
3,0	0,46	—0,04	0,42	2,33	0,25	—0,25	0,00	0,00	—0,50	—0,25
6,0	0,46	0,09	0,55	3,06	0,37	—0,31	0,06	(—0,07)	—0,68	—0,34
								0		

Tabelle 12.

Wi. 2 Sekunden vertikal.

x	A.				B.			
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$
0,0	—0,25	—0,25	—0,50	1	—0,16	—0,16	—0,32	1
1,5	0,08	0,02	0,10	—0,20	—0,02	—0,20	—0,22	0,69
3,0	0,41	—0,17	0,24	—0,50	0,01	0,01	0,02	0
6,0	0,08	—0,42	—0,50	1,00	0,09	—0,33	—0,24	0,75

Tabelle 13.

He. 1,5 Sekunden horizontal.

x	A.				B.					
	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$E(-x)$	$E(x)$	$\Sigma(x)$	$s(x)$	$\Delta(x)$	$\mathcal{J}(x)$
0,0	0,18	0,18	0,36	1	0,31	0,31	0,62	1	0	0
1,5	0,00	0,12	0,12	0,33	0,00	0,38	0,38	0,61	0.38	0,49
3,0	0,06	—0,44	—0,38	—1,06	0,25	—0,19	0,06	0,10	—0,44	—0,25
6,0	0,12	—0,44	—0,32	—0,89	0,16	—0,31	—0,17	(—0,27)	—0,47	—0,23
								0		

Tabelle 14.

Die Normalschwellen $\left(\frac{r_o - r_u}{2}\right)$ beim Sukzessivvergleich. 2 Sekunden.

	A.					B.				
	Ka.	He.	Ho.	Pe.	Wi.	Ka.	He.	Ho.	Pe.	W
horizontal	0,31	0,50	1,05	0,33	0,18	0,79	1,00	1,06	0,34	0,32
vertikal	—	0,19	0,45	0,16	0,41	—	0,56	0,62	0,62	0,42

Tabelle 15.

Die Normalschwellen $\left(\frac{r_o - r_u}{2}\right)$ beim Sukzessivvergleich. 1,5 Sekunden.

	A.					B.				
	Ka.	He.	Ho.	Pe.	Wi.	Ka.	He.	Ho.	Pe.	Wi.
horizontal	0,20	0,43	—	—	0,17	0,60	0,68	—	—	0,30
vertikal	—	—	—	—	0,25	—	—	—	—	0,75

Tabelle 16.

Die relativen Wirkungen der Vorreize. (Hierzu Fig. 2, S. 396.)

x	Ka. horizontal	He. vertikal	Ho. vertikal	Pe. horizontal	Pe. vertikal	He. horiz. 1,5 Sek.
1,0	0,32	—	—	—	—	—
1,5	0,19	0,19	0,75	0,32	—0,15	0,33
2,0	0,08	—	—	—	—	—
2,5	0,02	—	—	—	—	—
3,0	—0,03	0,05	0,03	—0,18	—0,08	—0,08
4,0	—	—	0,00	—0,04	—	—
6,0	—0,03	—	—0,08	—	—0,06	—0,04

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Lebenslauf.

Verfasser vorliegender Abhandlung wurde am 6. Februar 1889 zu Hamburg als Sohn des Architekten PETER BUCHHOLZ geboren. Seine gesamte Schulbildung genoß er in Hamburg. Ostern 1907 erhielt er das Zeugnis der Reife an der Oberrealschule auf der Uhlenhorst zu Hamburg. Er studierte sodann bis Michaelis 1913 an den Universitäten Jena, Berlin und Leipzig Philosophie, Mathematik und Physik. Seine Lehrer, denen er für immer zu Dank verpflichtet ist, waren die Herren Professoren Dres AUERBACH, EUCKEN, ERDMANN, FROBENIUS, HAUSSNER, KNOBLAUCH, LASSON, PLANK, RUBENS, SCHOTTKY, H. A. SCHWARZ, STUMPF, THOMAE, WINKELMANN, WIRTH und WUNDT.

Konfession: ev.luth.

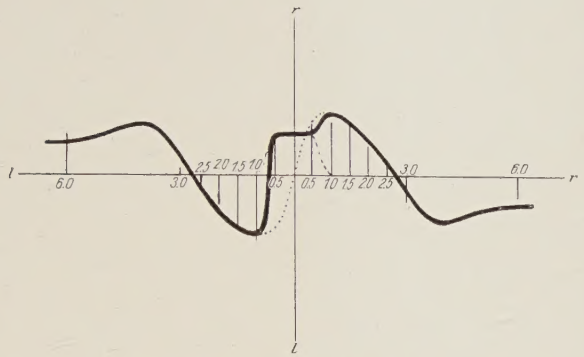

Fig. 3. Ka. hor. (Tab. 5A)

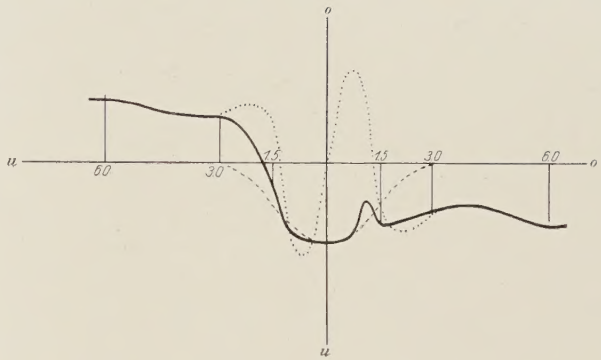

Fig. 4. Pe. vert. (Tab. 11B)

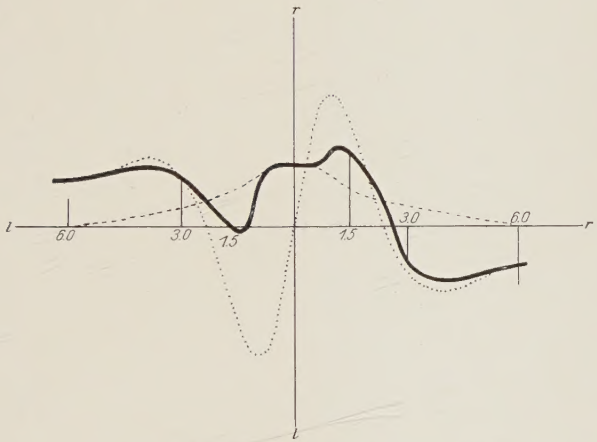

Fig. 5. He. hor. 1,5 Sek. (Tab. 13B)

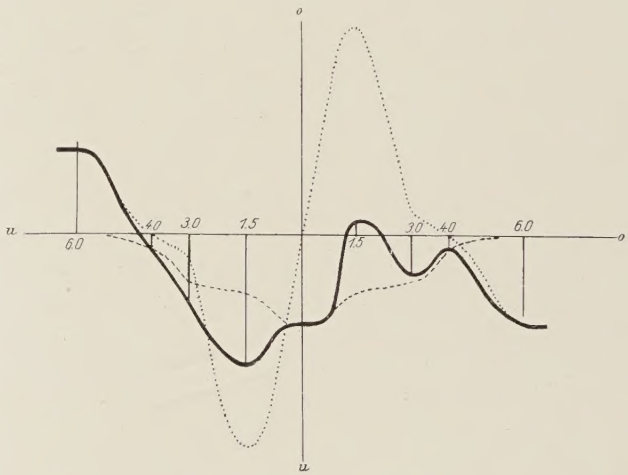

Fig. 6. Ho. vert. (Tab. 8B)

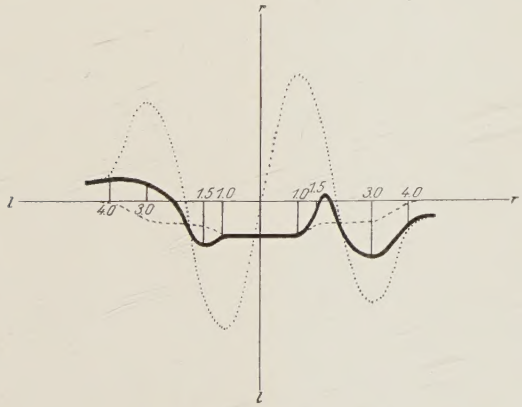

Fig. 7. Pe. hor. (Tab. 10B)

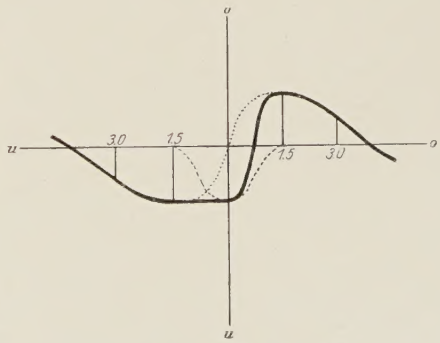

Fig. 8. He. vert. (Tab. 9B)